



# Conception et mise en œuvre d'un système de surveillance des populations des Mouches des légumes

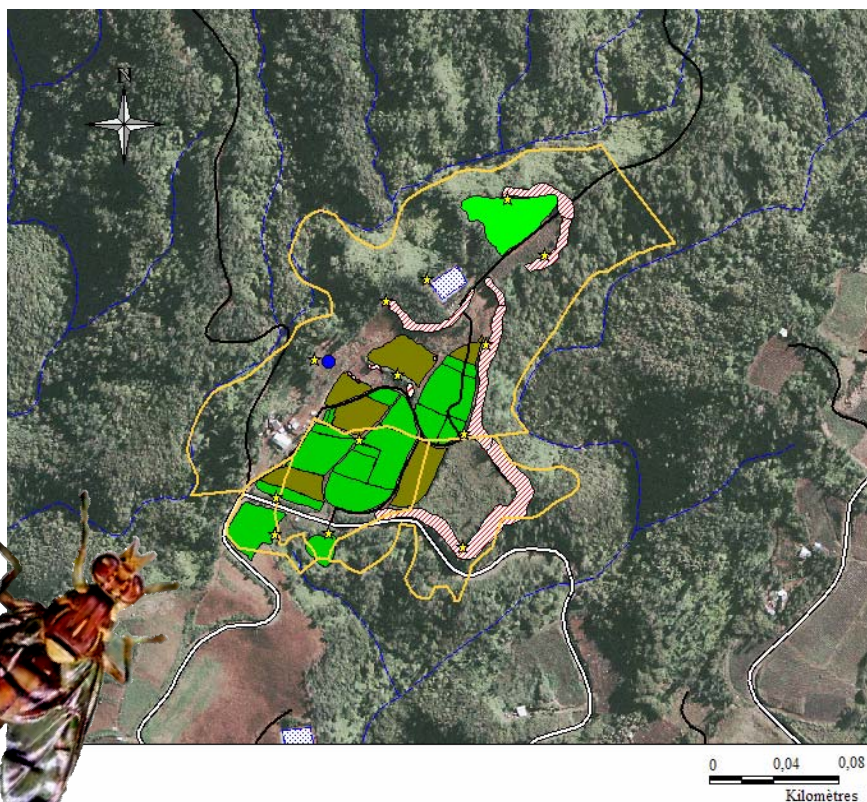
Cas des sites pilotes du projet GAMOUR à La  
Réunion

**Année 2008-2009**

Rapport de stage de

**GUEZELLO Cécile**

Effectué du 1<sup>er</sup> Avril au 15 Septembre 2009 au sein du CIRAD,  
En vue d'obtenir  
Le Master 2 Génie Urbain et Environnement



Réalisé sous la direction de :

Monsieur Jean-Philippe DEGUINE (CIRAD-3P)

## **REMERCIEMENTS**

Je tiens tout particulièrement à remercier Monsieur Jean-Philippe DEGUINE, entomologiste et chercheur au Cirad-3P, mon maître de stage, pour m'avoir offert l'opportunité de poursuivre avec lui l'aventure « GAMOUR », mais aussi pour avoir su m'accorder toute sa confiance durant ces cinq mois et demi de stage. Je tiens également à lui témoigner toute ma reconnaissance pour son soutien et sa sympathie qui m'ont permis de m'engager pleinement dans mes différentes missions.

Je remercie par ailleurs Monsieur Xavier AUGUSSEAU, chercheur au Cirad de la Bretagne, pour ses conseils concernant la production cartographique.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude auprès de Monsieur Louis PAULAIN pour sa gentillesse et pour m'avoir offert les moyens d'effectuer des relevés avec son matériel. Merci à Pascal ROUSSE, ingénieur de la Chambre d'Agriculture pour son aide en ce qui concerne la détermination des diverses espèces-hôtes réservoirs.

Un clin d'œil particulier à Cédric, technicien au Cirad, Toulassi et Elisabeth, toutes deux VCAT pour leur bonne humeur et leur sympathie qui ont permis de rendre mon intégration plus facile au sein de l'équipe.

Merci à Jessie et Laura, stagiaires au Cirad, pour nos « petits délires » sur les routes de Petite-île.

Enfin un grand merci à l'ensemble des agriculteurs qui ont accepté de nous donner un peu de leur temps pour nous informer et nous guider au cœur de leurs exploitations, ainsi qu'au personnel du CIRAD de Saint-Pierre et de la Bretagne pour leur accueil et leur coopération professionnelle qui m'ont permis de faire de ces cinq mois de stage un véritable moment de bonheur.

# Sommaire

## **PARTIE I : PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL ..... 1**

- 1- Le Cirad ..... 1
  - 1.1- Le pôle REAGIR ..... 1
  - 1.2- Le 3P ..... 2
- 2- L'articulation des différents départements..... 2

## **PARTIE II : LES MOUCHES DES CUCURBITACEAE A LA REUNION..... 4**

- 1- Les Mouches des fruits et des légumes à La Réunion ..... 4
- 2- Systématique et bioécologie des Mouches des Cucurbitaceae ..... 6
  - 2.1- Caractéristiques et reconnaissance des trois espèces ..... 6
  - 2.2- Distribution spatiale des trois espèces sur l'île ..... 6
  - 2.3- Le cycle biologique ..... 7
- 3- Méthodes de lutte contre les mouches des Cucurbitaceae..... 9
- 4- Vers une gestion agroécologique des mouches des Cucurbitaceae à La Réunion..... 9

## **PARTIE III : GAMOUR : UN PROJET DE GESTION AGROECOLOGIQUE..... 12**

### **DES MOUCHES DES CUCURBITACEAE A LA REUNION..... 12**

- 1- Présentation du projet GAMOUR : Gestion Agroécologique des MOUCHES des légumes à la Réunion ..... 12
- 2- Le paquet technologique de gestion agroécologique des Mouches des légumes..... 14
- 3- Choix des sites pilotes ..... 17
- 4- Les résultats attendus du projet..... 19

## **PARTIE IV : GAMOUR : LE RESEAU DE SURVEILLANCE ..... 20**

- 1- Place de cette étude dans le projet GAMOUR ..... 20
  - 1.1- Cartographie des sites ..... 20
  - 1.2- Mise en route du réseau de surveillance ..... 20
- 2- Le réseau de surveillance : définition ..... 23

3- Méthodes de surveillance des populations de mouches des Cucurbitaceae .....	23
--	----

## **PARTIE V: LES OBJECTIFS DU STAGE ..... 26**

1- Cartographier les sites pilotes .....	28
1.1- Réaliser la cartographie parcellaire des bassins maraîchers concernés .....	28
1.2- Sélectionner les objets à cartographier.....	28
1.3- Réaliser les relevés de terrain .....	29
1.3.1- Caractériser les entités parcellaires : parcelles culturales .....	29
1.3.2- Identifier les plantes-hôtes/réservoirs présentes autour des parcelles culturales .....	30
1.3.3- Constituer un SIG .....	31
2- Concevoir et mettre en œuvre un réseau de surveillance.....	31
2.1- Identifier des points d'implantation des systèmes de surveillance .....	31
2.2- Mettre au point les modalités de mise en place des dispositifs de surveillance .....	32

## **PARTIE VI : ETATS DES CONNAISSANCES..... 34**

1- Hawaii : Area-Wide Pest Management .....	34
1.1- Méthodes de lutte mises en place à Hawaii.....	35
1.2- Les résultats obtenus.....	35
2- Le cas de l'île Maurice .....	37
2.1- Méthodes mises en place pour la gestion des populations de mouches .....	37
2.2- Les résultats obtenus .....	38
3- Le cas de Taïwan.....	39
4- Un bilan favorable .....	39

## **PARTIE VII : MATERIELS ET METHODES..... 41**

1- La cartographie.....	41
1.1- Obtention des images aériennes des sites pilotes .....	41
1.2- Cartographie des unités parcellaires de chaque exploitation.....	41
1.3- Transfert des données GPS .....	42
1.4- Conversion des données transférés .....	42
1.5- Traitement des données géographiques.....	42
1.6- Mise à jour des images aériennes .....	43
1.7- Plans cadastraux.....	43

2-	Identification des plantes cultivées et des plantes-hôtes/réservoirs .....	43
3-	Mise en œuvre du réseau de surveillance .....	44
4-	Présentation des résultats.....	44

## **PARTIE VIII : RESULTATS ..... 45**

1-	Les différents types de cultures .....	45
2-	Les plantes hôtes-réservoirs.....	47
2.1-	Les zones en conventionnelle .....	47
2.2-	Les fermes en Agriculture Biologique .....	49
3-	Les cartographies du dispositif de surveillance pour chaque exploitant agricole .....	50
3.1-	Zones en conventionnelle .....	51
3.1.1-	Petite-île .....	51
3.1.2-	Entre-Deux .....	52
3.1.3-	Salazie.....	52
3.2-	Zones en Agriculture Biologique .....	54
4-	Le réseau de surveillance .....	59
4.1-	Les modalités de mises en place du réseau de surveillance .....	59
4.1.1-	Dispositif de piégeage .....	59
	• Zones en Agriculture Biologique .....	66
	• La codification des pièges du réseau de surveillance.....	67
4.1.2-	Collecte des fruits piqués .....	69
4.1.3-	Couple de placettes de références en zones conventionnelles.....	69
4.2-	Exploitations des données de surveillance .....	70
4.3-	Tableau récapitulatif du réseau de surveillance .....	72

## **PARTIE IX : DISCUSSION..... 73**

1-	Le réseau de surveillance : complémentarité et cohérence .....	73
1.1-	La particularité du projet à La Réunion : la mise en place de parcelles de référence .....	73
1.2-	La complémentarité des trois dispositifs du réseau de surveillance .....	73
1.3-	Les plantes cultivées et non-cultivées.....	74
1.3.1-	Adaptation du réseau de surveillance au contexte des différents sites .....	74
	• Les cultures dominantes.....	75
	• La part des cucurbitacées dans les exploitations en conventionnel .....	77

1.3.2. Différenciation des plantes-hôtes réservoirs sur les différents sites .....	79
1.3.3. Discontinuité des zones pilotes : présence d'exploitations intermédiaires non adhérentes au projet.....	80
2- L'intérêt des données de surveillance pour l'Observatoire des impacts .....	80
2.1- L'Observatoire des impacts.....	80
2.2- Les indicateurs de suivi des populations de mouches sur les sites pilotes.....	81
3- La restitution des données aux différents acteurs et partenaires du projet .....	83
4- Coût du matériel destiné au réseau de surveillance .....	83
5- Prévision pour la mise en place du dispositif de « piégeage de masse » (P3 du SP5) .....	83
6- Les perspectives d'évolution des cultures sur les trois principaux sites pilotes : Petite-île, Entre-Deux et Salazie .....	87
<b>PARTIE X : BILAN DE STAGE.....</b>	<b>88</b>
1- Les apports du stage et les compétences acquises.....	88
2- Les difficultés rencontrées et les solutions apportées .....	88
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>89</b>
<b>GLOSSAIRE.....</b>	<b>90</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>91</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>95</b>

## INTRODUCTION

Les Mouches des Cucurbitaceae représentent un des principaux ravageurs des systèmes maraîchers dans la plupart des régions tropicales et subtropicales du monde. C'est l'une des familles de diptères les plus importantes économiquement (White & Elson-Harris, 1992).

A La Réunion, trois espèces de mouches issues de la famille des Tephritidae s'attaquent aux cultures de cucurbitacées : *Bactrocera cucurbitae*, *Dacus demmerezii* et *Dacus ciliatus*. Les données recueillies sur la dynamique de ces différentes espèces constituent un préalable pour la mise en place d'un réseau de surveillance adapté dans le but de lutter efficacement contre ces ravageurs. En effet, mieux connaître la biologie des mouches, et mieux apprécier leurs foyers potentiels de multiplication, permet d'approfondir les connaissances acquises en termes de dynamique des populations, mais aussi, de lutter préventivement contre les mouches.

La seule méthode de lutte qui s'applique encore aujourd'hui reste l'usage intensif de produits phytosanitaires. Après l'élaboration d'une étude, réalisée par 14 étudiants du M2 Génie Urbain et Environnement de l'Université du Tampon, l'étude fait état d'une prise de conscience majeure des différents acteurs de l'économie locale (agriculteurs, distributeurs, consommateurs, etc.) sur les impacts des pesticides aussi bien sur la santé, l'environnement, et l'économie (Projet tutoré, 2009).

Sur cette même problématique, nombreux sont les projets de lutte contre les mouches des fruits et légumes qui se sont développés à l'échelle mondiale. L'exemple du projet Area-Wide Fruit Fly Integrated Pest Management (AWPM) développé à Hawaï est l'exemple-type d'une gestion agroécologique des cultures réussie (Mau *et al.*, 2007).

C'est sur ce modèle hawaïen que La Réunion se propose de développer et mettre en place un projet agroécologique. Le projet GAMOUR (Gestion Agroécologique des Mouches des fruits et des légumes à la Réunion) lancé par le Cirad ambitionne sur une période de trois

ans, à gérer les populations de mouches, à protéger l'environnement et à diminuer les risques sanitaires liés à l'usage intensif des produits chimiques.

C'est dans le cadre du Master 2 Génie Urbain et Environnement que ce rapport a été réalisé. Placé sous l'encadrement de Monsieur Jean-Philippe DEGUINE chercheur au CIRAD, ce stage s'est déroulé entre le 1<sup>er</sup> avril et le 15 septembre 2009 au sein du CIRAD de la Bretagne et du Pôle 3 P (Pôle de Protection des Plantes) de Saint-Pierre.

L'objectif du stage proposé consiste à **concevoir et mettre en place un réseau de surveillance permettant de suivre les populations de mouches des Cucurbitaceae sur les sites pilotes sélectionnés.**

Ce réseau de surveillance constitue un dispositif qui permettra de mesurer l'évolution des populations capturées à l'aide de pièges, avant, pendant et après le projet GAMOUR. Il permettra aux agriculteurs de savoir à quel moment il est nécessaire de traiter ou encore de vérifier l'efficacité des outils de lutte contre les mouches, proposés par le projet GAMOUR, sur les différents sites pilotes. La finalité de ce travail consiste à fournir une cartographie complète des bassins maraîchers pris en compte dans le projet GAMOUR, dans le but d'élaborer et de mettre en place le réseau de surveillance.

La présente étude sera organisée en plusieurs parties visant, dans un premier temps, à présenter les Mouches des Cucurbitaceae et le projet GAMOUR à La Réunion. Les différents objectifs seront exposés de manière détaillée. Après une présentation de la méthodologie employée, les cartographies des sites pilotes du projet seront présentées dans une partie « Résultats ». Ces résultats permettront d'adapter un réseau de surveillance propre à chaque site pilote. Un bilan de stage rendra compte des compétences acquises au cours de ce stage mais aussi des difficultés rencontrées.



## **PARTIE I : PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL**

### **Le Cirad**

Le Cirad, « Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement » est un établissement public créé en 1984, dans le cadre d'une réorganisation du dispositif national de recherche. Sa principale mission consiste à effectuer des recherches agronomiques pour le développement économique et social des zones rurales des régions tropicales.

A La Réunion, le Cirad est structuré, depuis le 1<sup>er</sup> Janvier 2007 en trois pôles de recherche : le pôle KAPPA qui base son activité autour de la qualité des productions agricoles et alimentaires tropicales, le pôle REAGIR (Risque environnemental, agriculture et gestion intégrée des ressources) de la Bretagne qui fonde leurs recherches sur les risques environnementaux, l'agriculture et la gestion intégrée des ressources et enfin, le 3P (Pôle de Protection des Plantes). Sa maîtrise d'outils et de techniques perfectionnés (modélisation, télédétection, SIG, ...) et une grande proximité avec les actions sur le terrain, notamment au travers de nombreux partenariats, font l'originalité et la force de son dispositif scientifique et technique.

### **Le pôle REAGIR**

Ces dernières années à la Réunion, les institutions investies de missions publiques, en association avec des collectifs professionnels et associatifs, ont déployé des outils originaux en matière de gestion des ressources et des territoires. Ce dynamisme a conduit à un développement économique et agricole rapide de l'île.

Dans un contexte de désengagement de l'Etat, le pôle REAGIR a pour objectif global d'étudier, d'une part, les interactions entre le développement agricole et le milieu naturel et, d'autre part, le contexte social. La canne à sucre, du fait de son emprise majeure sur les milieux agricoles, est amenée à jouer un rôle central dans ces interactions.

## Le 3P

Inauguré en février 2002, le 3P est dédié à la recherche appliquée et à la formation dans le domaine de la protection des cultures et des milieux naturels contre les organismes nuisibles (maladies, ravageurs, mauvaises herbes et plantes envahissantes). Les 3000m<sup>2</sup> d'infrastructures sont partagés par quatre partenaires :

- Le **Cirad** et l'**Université de la Réunion**, dont les équipes de recherche sont regroupées au sein de l'Unité Mixte de Recherche «Peuplements végétaux et bioagresseurs en milieu tropical» (PVBMT) (une centaine de permanents).
- La station Ravageurs et agents pathogènes tropicaux du **Laboratoire National de Protection des Végétaux** (LNPV), dont la mission est d'élaborer des méthodes de diagnostic de référence.
- Le **Service de la protection des végétaux** de la Direction de l'agriculture et de la forêt (SPV/DAF), dont la mission consiste à assurer la sécurité phytosanitaire du territoire (contrôles aux frontières, etc.)
- La **Fédération départementale des groupements de défense contre les organismes nuisibles** (FDGDON), syndicat professionnel agricole qui participe au diagnostic des maladies, à l'élaboration de méthodes de lutte et fait le lien permanent avec les agriculteurs.

Ce regroupement met en commun les ressources et facilite les transferts de technologies et la formation pour :

- diagnostiquer les maladies des plantes, identifier les ravageurs (arthropodes) et adventices (mauvaises herbes) des cultures tropicales,
- choisir les méthodes de lutte adaptées contre ces derniers ;
- appliquer la réglementation phytosanitaire.

## L'articulation des différents départements

Réparties sur 6 principaux sites du nord au sud de l'île, le Cirad à la Réunion est composé de laboratoires (microbiologie, biologie moléculaire, entomologie, analyses agronomiques), un centre de ressources documentaires, des serres, des parcelles

expérimentales,... Un certain nombre d'expérimentations (café, élevage, maraîchage) sont menées directement chez les agriculteurs. L'articulation entre les deux départements présentés se fait en fonction des différentes compétences de chaque département.

Comme il a été vu précédemment, plusieurs organismes travaillent en collaboration avec le Cirad 3P. Aussi, au travers de l'analyse qui a pu être faite, il paraît indéniable que tous interviennent à un moment donné de la prise de décision ou des propositions faites sur les missions à mettre en œuvre.

## PARTIE II : LES MOUCHES DES CUCURBIATACEAE A LA REUNION

### 1- Les Mouches des fruits et des légumes à La Réunion

Les Mouches des fruits et des légumes appartiennent à l'ordre des Diptera, au sous-ordre des Brachycera Cyclorrhapha, à la super famille des Tephritoidea et à la famille des Tephritidae (Delvare & Aberlenc, 1989).

La famille des Tephritidae est divisée en trois sous-familles (White et Elson-Harris, 1992), dont une seule nous intéresse : la sous-famille des Dacinae. Elle comprend les sept espèces de Tephritidae nuisibles recensées à La Réunion (Vayssières, 1999) :

- trois espèces s'attaquent aux cultures fruitières : *Ceratitis rosa* (Karsj, 1887), *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824), et *Ceratitis catoirii* Guérin-Méneville (1843). Elles appartiennent à la tribu des Ceratitini ;

- quatre espèces s'attaquent aux cultures maraîchères, il s'agit de *Bactrocera* (*Zeugodacus*) *cucurbitae* (Coquillett, 1873), *Dacus* (*Didacus*) *ciliatus* Loew (1862), *Dacus* (*Dacus*) *demmerezi* (Bezzi, 1917) appartenant à la tribu des Dacini. **Ces trois espèces s'attaquant aux cucurbitacées, sont communément appelées « Mouches des Cucurbitaceae » et feront l'objet de cette étude (Tableau 1).** La quatrième espèce, *Neoceratitis* (*Trirhithromyia*) *cyanescens* (Bezzi, 1923) de la tribu des Ceratitini, constitue un ravageur redoutable pour certaines cultures de Solonaceae (les tomates).

**Tableau 1 : Systématique des mouches des légumes nuisibles aux Cucurbitacées à La Réunion**

<i>FAMILLE</i>	Tephritidae		
<i>Sous-famille</i>	Dacinae		
<i>Tribus</i>	Dacini		
<i>Genres</i>	Dacus		Bactrocera
<i>Sous-genres</i>	Dacus	Didacus	Zeugodacus
<i>Espèces</i>	<b><i>D. demmerezi</i> (Bezzi)</b>	<b><i>D. ciliatus</i> (Loew)</b>	<b><i>B. cucurbitae</i> (Coquillett)</b>
<i>Noms vernaculaires</i>	Mouche des Cucurbitacées de l'Océan Indien	Mouche éthiopienne des Cucurbitacées	Mouche du melon



**Figure 1 : Adulte femelle de *Bactrocera cucurbitae***



**Figure 2 : Adulte femelle de *Dacus ciliatus***



**Figure 3 : Adulte femelle de *Dacus demmerezi***

## 2- Systématique et bioécologie des Mouches des Cucurbitaceae

### 2.1- Caractéristiques et reconnaissance des trois espèces

La distinction entre les adultes mâles et femelles repose essentiellement sur la présence chez la femelle d'un ovipositeur\* à l'extrémité de l'abdomen.

- ***Bactrocera cucurbitae* (Figure 1)**, la Mouche du melon, a été introduite à La Réunion à partir de l'Ile Maurice, qu'elle avait probablement colonisée à partir de l'Inde en raison du grand nombre d'échanges commerciaux entre ces deux pays (Etienne, 1982). L'adulte, de couleur orangée, possède un scutum\* avec trois lignes médianes jaunes parallèles, deux larges bandes jaunes latérales et deux macules noires frontales. Les ailes portent trois taches noires.

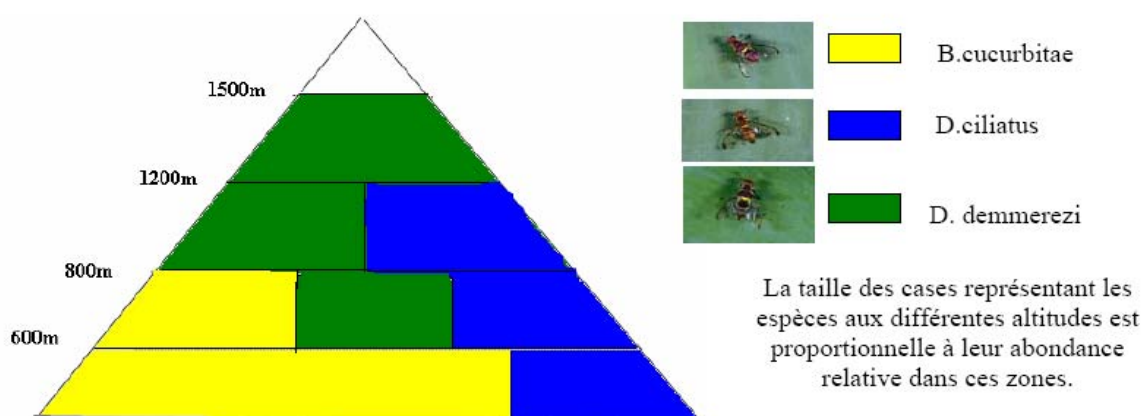
- ***Dacus ciliatus* (Figure 2)**, la Mouche éthiopienne des Cucurbitacées, est probablement originaire d'Ethiopie où, elle est très largement distribuée (Maher, 1957). A La Réunion, elle a été signalée en 1964 par Pointel (Etienne, 1982). L'adulte, de couleur rouge-orangée, porte deux macules noires frontales et deux soies scutellaires. Ses ailes sont transparentes avec une ligne costale noire qui se termine par une bande apicale.

- ***Dacus demmerezi* (Figure 3)**, la Mouche des Cucurbitacées de l'Océan Indien, est considérée comme originaire de Maurice, où elle a été décrite par Bezzi en 1923 (Orian & Moutia, 1960). Elle est présente également à Madagascar (Paulian, 1953) et à La Réunion (Etienne, 1982). L'adulte est de couleur brune à brune-orangée, il porte deux macules noires frontales, deux soies scutellaires et une ligne latérale jaune remontant de la plaque latérale dorsale jusqu'au scutum. Les ailes sont caractérisées par une grande nervure sur laquelle est centrée une tache sombre diffuse.

### 2.2- Distribution spatiale des trois espèces sur l'île

*Bactrocera cucurbitae* domine *D. demmerezi* dans la zone littorale jusqu'à 600 m. Dans cette zone, *D. ciliatus* peut coexister de façon assez abondante avec *B. cucurbitae*. En

revanche, dès 600 m, *D. demmerezi* domine *B. cucurbitae*, qui disparaît au-delà de 800 m. *Dacus ciliatus* peut coexister avec *D. demmerezi* dans une tranche d'altitude comprise entre 600 et 1200 m. Puis, de 1200 à 1500 m, seule *D. demmerezi* est présente (**Figure 4**) (Vayssières & Carel, 1999). La distribution des adultes de Dacini est liée essentiellement à des facteurs climatologiques, notamment aux variables altitude et température, ainsi qu'à la disponibilité en plantes-hôtes (Vayssières, 1999).



**Figure 4 :** Schéma de la répartition et de l'abondance des Dacini en fonction de l'altitude sur l'île de La Réunion (Source : Toulassi ATIAMA)

### 2.3- Le cycle biologique

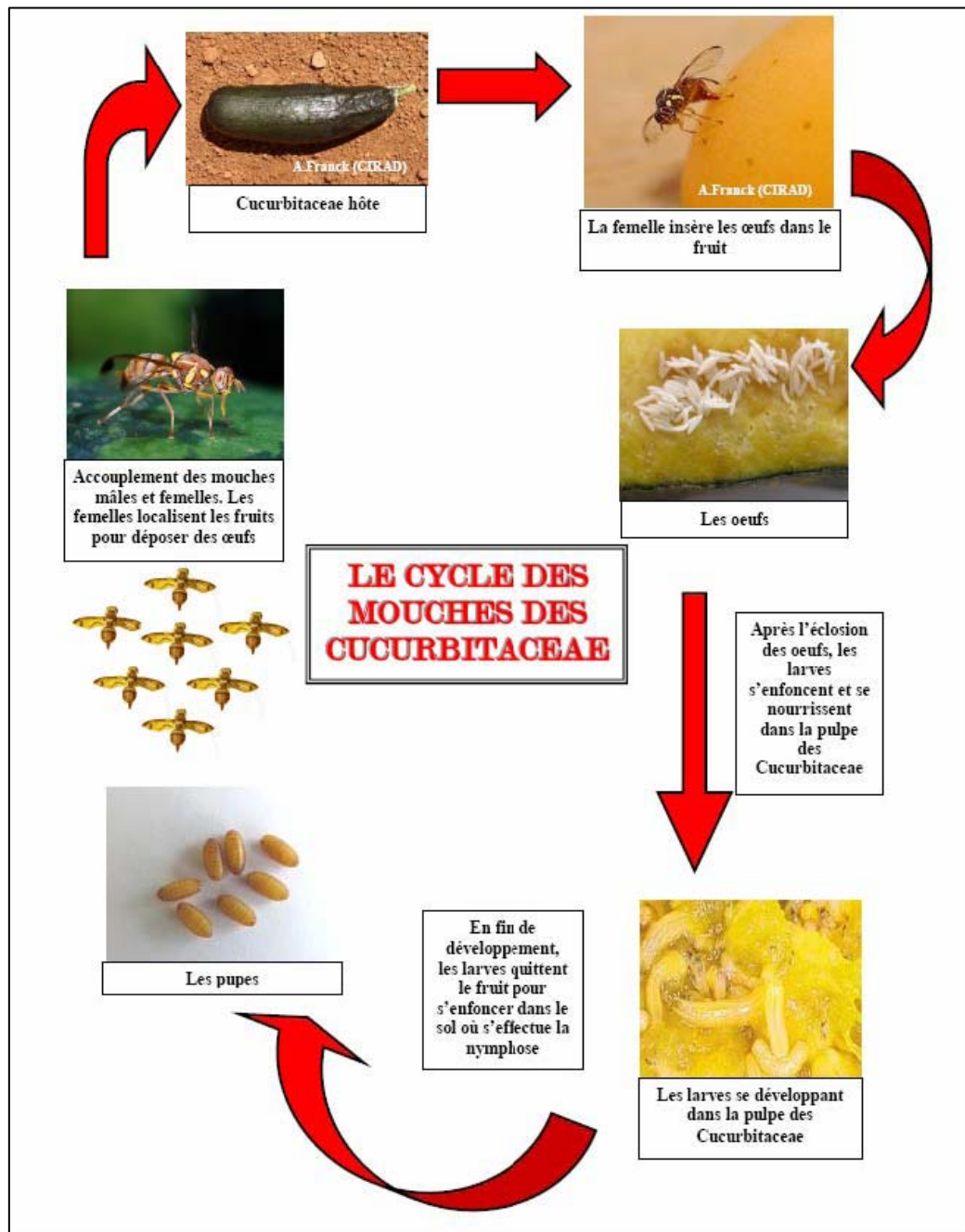
Les Dacini sont des insectes holométaboles\*. Les femelles pondent en général dans les jeunes fruits localisés grâce à divers stimuli. Le cycle se déroule en plusieurs étapes (White & Elson-Harris, 1992), dont la durée diffère selon les espèces (**Figure 5**) :

Œuf : il est en général blanc et allongé. Les paquets d'œufs sont pondus dans les premiers millimètres sous l'exocarpe\* du fruit.

Larve (asticot) : elle se développe dans le fruit en consommant sa pulpe, et passe par 3 stades. Juste avant la pupaison, l'asticot, de couleur ivoire avec une partie antérieure allongée munie deux crochets buccaux noirs, sort du fruit en sautant, tombe au sol et s'y enfouit pour se nymphoser.

Pupe\*: elle a la forme d'un tonnelet de couleur jaunâtre avec des stries transversales brunes.

Adulte : après émergence, quelques jours à une semaine sont nécessaires pour que ces adultes atteignent la maturité sexuelle.



**Figure 5 :** Cycle biologique des mouches des Cucurbitaceae



### 3- Méthodes de lutte contre les mouches des Cucurbitaceae

La mise en place de méthodes de lutte efficaces contre les *Dacini* ravageurs des cucurbitacées s'avère très difficile, sachant que les différents stades du cycle biologique sont localisés dans divers sites : les œufs et les larves se développent dans les fruits tandis que la pupa est enfouie dans le sol. La plupart des méthodes de lutte ciblent donc le stade adulte. Pour obtenir une efficacité optimale, la lutte doit être menée pendant la période de préoviposition (période de maturation sexuelle) de la femelle afin d'empêcher la ponte. Il existe actuellement deux approches de lutte chimique contre les mouches : la lutte chimique classique et la lutte chimique raisonnée. La première est la plus couramment utilisée par les agriculteurs malgré les conséquences sanitaires et écologiques néfastes qu'elle engendre. Elle consiste en la pulvérisation d'insecticides pendant la période de sensibilité des fruits (Roessler, 1989). Des études ont révélé que le malathion était le plus efficace (Jones & Skepper, 1965). Des résultats assez bons ont été attribués à la lutte chimique, du fait notamment qu'il n'a pas été réellement recensé de résistance aux insecticides chez les *Dacini* (Roessler, 1989). Actuellement, il est admis que la lutte chimique, contre les ravageurs et plus particulièrement, contre les Mouches des Cucurbitaceae, mène à des impasses économiques, environnementales et sociales (Deguine et al, 2008). Afin de limiter ces effets néfastes, la lutte chimique raisonnée a été envisagée. Elle consiste, en une surveillance des populations par piégeage sexuel avec le Cue-lure®, associée à l'utilisation d'un traitement par tâches (attractif alimentaire et insecticide). Le traitement par tâches sert à attirer et à tuer les adultes des deux sexes grâce à un attractif alimentaire mélangé à un insecticide. L'insecticide est appliqué ici par tâches c'est-à-dire uniquement sur une partie de la culture ce qui limite l'impact du traitement sur les auxiliaires.

### Vers une gestion agroécologique des mouches des Cucurbitaceae à La Réunion

La protection des cultures contre les mouches, qui a longtemps reposée sur une base agrochimique est aujourd'hui à la croisée des chemins à cause des nombreux risques provoqués par ces pratiques. L'enjeu est de développer d'autres procédés s'affranchissant des intrants chimiques. Le programme IPM (Integrated Pest Management), mis en place dans les années 1970, a constitué les prémices d'une lutte raisonnée. Cette lutte n'a généralement

intégré que de la lutte biologique et chimique dans une démarche curative. L'enjeu actuel serait de passer à une démarche de prévention des infestations de mouches, basée sur un fonctionnement écologique plus équilibré et durable des agrosystèmes. Cette approche s'appuie sur une **gestion agroécologique** des communautés végétales (plantes cultivées et non cultivées) et animales (insectes ravageurs, utiles, pollinisateurs) à des échelles de temps, d'espace et de gestion élargies.

La notion d'agroécologie n'est apparue qu'à partir des années 1970 avec la naissance du terme agroécosystème (Harper, 1974). L'agroécologie est l'étude des interactions entre plantes, animaux, homme et environnement à l'intérieur des agroécosystèmes (Dalgaard *et al.*, 2003). Le principe fondateur de la gestion agroécologique d'un agrosystème est de restaurer la biodiversité en s'inspirant des systèmes naturels et ceci dans le but de se rapprocher du fonctionnement des écosystèmes naturels (Nicholls & Altieri, 2004). Les principes à suivre sont :

- de conserver les ressources
- de minimiser l'utilisation d'intrants chimiques
- de gérer l'agrosystème à plusieurs échelles (exploitation, communauté, régional, national) avec des techniques appropriées
- de s'ajuster à l'environnement local et le diversifier
- de mettre en priorité les avantages à long terme
- d'impliquer les gens (pratiques traditionnelles, savoirs locaux...).

Dans le cas de la gestion de ravageurs tels que les Dacini, la conception d'agroécosystèmes défavorables à long terme au développement ces derniers et moins vulnérables à leurs invasions, infestations et pullulations repose sur l'élaboration de solutions d'ordre agroécologique (Deguine *et al.*, 2008). La santé des cultures et la stabilité de la production résultent d'un équilibre écologique entre les cultures, le sol, les nutriments, la lumière l'humidité et les divers composants de la biocénose\* (Deguine *et al.*, 2008).

Pour rendre l'agroécosystème peu sensible aux ravageurs, les agroécologues cherchent à se rapprocher du fonctionnement des écosystèmes naturels. Ils s'appuient sur deux principales bases de travail visant à se rapprocher de ces écosystèmes durables :

- l'incorporation de diversité végétale au sein de l'agroécosystème
- la conservation et l'amélioration de la santé des sols (fertilité, activité biologique, structure, ...) (Altieri, 1999).

Outre les techniques classiques de protection intégrée, l'accent est mis sur les pratiques culturales et les modalités de gestion des peuplements végétaux favorisant le maintien ou la création d'habitats favorables à la faune utile indigène et/ou défavorables à la faune nuisible. La protection agroécologique des cultures s'opère à des échelles de temps et d'espaces élargies, passant du simple cycle de culture à plusieurs années et de la parcelle à l'agroécosystème ou au paysage. Elle associe la gestion de peuplements végétaux (culture et plantes non cultivées aux abords des parcelles comme dans l'agroécosystème en son entier) à celle de peuplements animaux tels que ravageurs, auxiliaires divers et pollinisateurs (Deguine *et al*, 2008). La protection agroécologique des cultures implique donc une action concertée entre les différents acteurs concernés, notamment les agriculteurs et les gestionnaires de l'espace.

### **PARTIE III : GAMOUR : UN PROJET DE GESTION AGROÉCOLOGIQUE DES MOUCHES DES CUCURBITACEAE A LA REUNION**

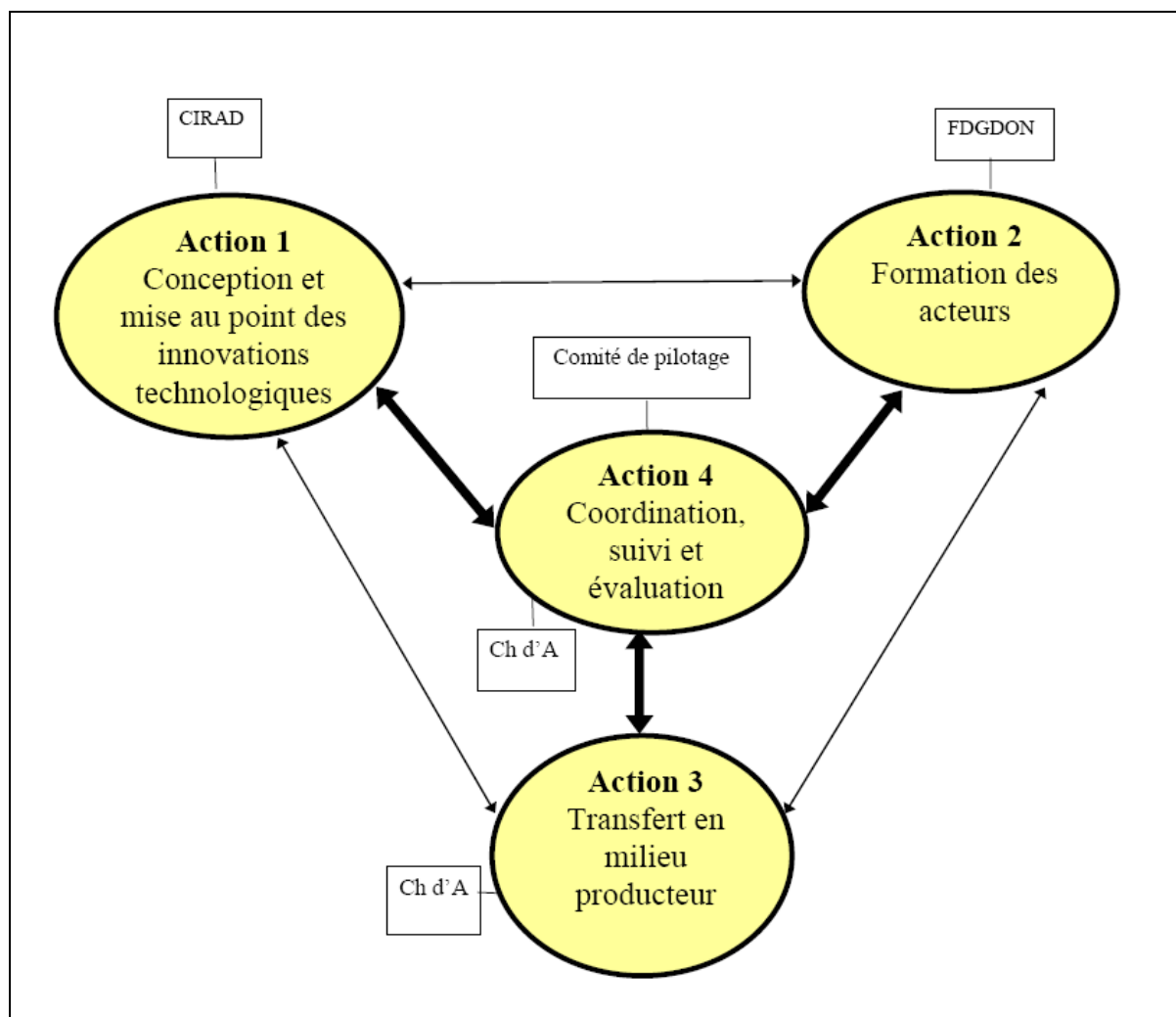
#### **1- Présentation du projet GAMOUR : Gestion Agroécologique des MOUCHES des légumes à la Réunion**

Conscient des réels problèmes auxquels se heurte encore aujourd'hui le monde agricole, notamment les cultures maraîchères, Jean-Philippe DEGUINE, chercheur au Cirad a conçu un projet de gestion agroécologique des mouches des légumes sur l'Ile de La Réunion : le projet GAMOUR. Ce projet a démarré depuis janvier 2009 sur plusieurs sites pilotes.

Le projet GAMOUR est le premier grand projet de gestion agroécologique en Europe et a pour ambition de diminuer les populations de ravageurs, avec dans un même temps, l'augmentation des rendements et le rétablissement de l'agroécosystème dans les sites sélectionnés par le projet. Ce dernier, financé sur une période de trois ans, tente d'apporter aux principaux acteurs du monde agricole, des solutions adaptées à leurs problèmes.

Les partenaires réunionnais sont nombreux et se coordonnent, dans le cadre du projet GAMOUR, pour démontrer qu'il est possible de résoudre durablement ce problème phytosanitaire. Il s'agit d'organismes de recherche, d'enseignement et d'expérimentation (CIRAD, ARMEFLHOR, IUT, FDGDON), des organismes de développement (Chambre d'Agriculture, FARRE Réunion, GAB), des partenaires privés et des instances locales de la Direction de l'Agriculture (DAF / SPV) (**Figure 6**).

Ce projet est innovant, à la fois par l'approche et les techniques agroécologiques transférées pour la première fois avec et chez les agriculteurs et par la motivation des nombreux partenaires à s'engager dans une nouvelle façon de penser l'agriculture, plus durable, plus saine et plus respectueuse de l'environnement.



**Figure 6 : Organisation du projet GAMOUR et les responsables**

La numérotation des actions n'indiquent pas d'ordre chronologique puisqu'elles ont lieu de manière concomitante. L'action 4, prépondérante, pilote et évalue le bon déroulement du projet de celui des 3 autres actions. (Ch d'A : Chambre d'Agriculture)

## 2- Le paquet technologique de gestion agroécologique des Mouches des légumes

Le SP5 constitue le paquet technologique de gestion agroécologique des mouches des Cucurbitaceae à La Réunion. Il comprend 6 composantes de protection des cultures : Suivi (monitoring), P1 (Prophylaxie), P2 (Plantes pièges et utilisation de nouveaux produits), P3 (Piégeage de masse), P4 (Prédateurs et parasitoïdes en lutte biologique) et P5 (Pratiques écologiques). La conception du paquet s'appuie sur des expériences étrangères existantes, notamment l'expérience d'Hawaii (**Cf. Partie V.1**) Les différents principes de lutte agroécologique ont été repris par le projet réunionnais « GAMOUR » tout en prenant en compte des spécificités réunionnaises (caractéristiques socio-économiques de l'agriculture, caractéristiques biologiques des mouches présentes, ...).

Des différentes composantes du SP5 décrites ci-dessous, seule la composante « Suivi » fera l'objet de cette étude.

### **♦ « S » : Surveillance**

La méthode de surveillance des populations marque la première étape de ce SP5 et **constitue le point essentiel de ce rapport de stage**. Cette phase se définit par la mise en place, sur les parcelles de cultures, d'une méthode de surveillance afin de permettre aux agriculteurs de savoir à quel moment il est nécessaire d'intervenir ou encore pour vérifier l'efficacité de la gestion mis en place. Elle permettra de rassembler des données qui viendront compléter le panel d'indicateurs de suivi des populations de mouches et de parasitoïdes\* sur les trois sites pilotes pris en compte. En effet, pour savoir à quel moment un traitement est nécessaire ou envisager une méthode de gestion plus écologique, il est impératif de contrôler les populations de mouches au sein des exploitations. Les pièges au Cue-lure, attractif sexuel, seront le premier outil de surveillance et devront permettre d'évaluer l'efficacité du programme GAMOUR. Ce système de surveillance permettra également d'optimiser la lutte en donnant l'alerte avant le pic de pullulation des ravageurs, c'est-à-dire avant même que les populations de mouches ne dépassent le seuil d'alerte et qu'elles ne deviennent une véritable menace pour les cultures légumières.

### **♦ « P1 » : Prophylaxie**

La prophylaxie est une méthode de lutte agroécologique nécessitant la connaissance du cycle biologique des mouches. Elle consiste à éliminer les fruits ou légumes tombés au sol, dans lesquels les ravageurs considérés sont toujours susceptibles de se développer permettant ainsi de réduire les risques d'infestation. L'application systématique de méthodes prophylactiques participe donc à la diminution des populations des ravageurs.

L'augmentorium apparaît comme une technique de prophylaxie efficace en terme de gestion des populations de mouches des légumes tout en prenant en compte celles des parasitoïdes. Il est défini « *comme une structure similaire à une tente* » (DUVAL, 2008) dans laquelle est placée les fruits et légumes piqués. Sur la partie haute de cette structure, une maille semblable à celle d'une moustiquaire permet de piéger les mouches qui émergent de ces fruits et légumes, tout en permettant aux parasitoïdes, de plus petite taille, de ressortir. Le développement de ces parasitoïdes dans l'agrosystème contribue ainsi à la gestion des populations de ravageurs.

### **♦ « P2 » : Plantes pièges de bordure**

Cette technique consiste à évaluer l'incorporation de plantes pièges en bordure des cultures dans les agrosystèmes maraîchers réunionnais. Elle constitue un autre moyen de lutter contre les mouches des légumes. En effet, des études ont montré que les mouches passaient la majeure partie de leur temps en bordure d'exploitation, sur la végétation environnante, pour se nourrir, s'accoupler, dormir, etc. (Pimentel, 1961). Les plantes de bordure ont donc un rôle à jouer dans la gestion des populations de mouches.

Le maïs fait partie des plantes les plus attractives. Ces plantes, sur lesquelles sera appliquée un produit de nouvelle génération, le Syneïs-Appât, couplant un attractif alimentaire (à base d'hydrolysats de protéines<sup>1</sup>) et un insecticide biologique (le Spinosad) a pour but d'attirer les mouches dans un premier temps. L'insecticide sera par la suite ingurgité et provoquera la mort de la mouche. Ce produit est respectueux de l'environnement, de la santé humaine et ne présente pas d'effets secondaires. Il est actuellement utilisé en agriculture biologique aux Etats-Unis. En France, il est homologué sur les arbres fruitiers et fait l'objet d'une homologation dans le cadre du projet GAMOUR contre les mouches des cucurbitacées.

---

<sup>1</sup> Des enzymes vont couper les protéines en petits morceaux pour former de petites chaînes de quelques acides aminés.

### **♦ « P3 » : Piégeage de masse**

Cette technique consiste à mettre en place des pièges composés d'attractifs sexuel et alimentaire (Trimedlure, Cue-lure) selon un réseau densifié permettant ainsi d'éliminer une grande quantité de mouches sans générer d'impact sur l'environnement.

Il est indispensable de distinguer le réseau de surveillance (« S » du SP5) du « P3 ». Le réseau de surveillance, principalement l'objet de cette étude, est un outil de **suivi**, de **détection** des niveaux de populations de mouches. D'autre part, la technique P3 du « SP5 » est une méthode de **protection** où la densité des pièges est plus beaucoup plus dense.

### **♦ « P4 » : Prédateurs et parasitoïdes**

Par cette composante, on utilise des organismes vivants contre d'autres, nuisibles. Les prédateurs et parasitoïdes représentent un véritable enjeu dans la lutte biologique (de conservation, classique et inondative) contre les mouches. Il existe de nombreux ennemis naturels des mouches des légumes, tels que les araignées *Nephila sp.* et les parasitoïdes *Psytalia fletcheri* dans la nature à La Réunion. Le but consiste dans un premier temps à favoriser leur développement dans le milieu naturel tout en diminuant l'usage des pesticides sur les cultures au sein des exploitations dites « conventionnelles ».

### **♦ « P5 » : Pratiques écologiques**

Les pratiques agroécologiques associées à la gestion des habitats, la santé du sol et de la biodiversité constituent une étape importante s'il l'on veut considérer une gestion écologique de l'espace dans son ensemble. Cette technique consiste à modeler le paysage agricole dans un souci de favoriser et d'encourager les autres pratiques citées précédemment. Il convient alors d'augmenter la diversité végétale dans les parcelles cultivées mais aussi dans les espaces avoisinants dans le but de contribuer à un rééquilibrage naturel de l'agroécosystème. Il s'agit ici de pratiques culturelles incluant la gestion des habitats, l'incorporation de la biodiversité végétale et animale qui constitue la base d'une gestion durable des agrosystèmes.



### 3- Choix des sites pilotes

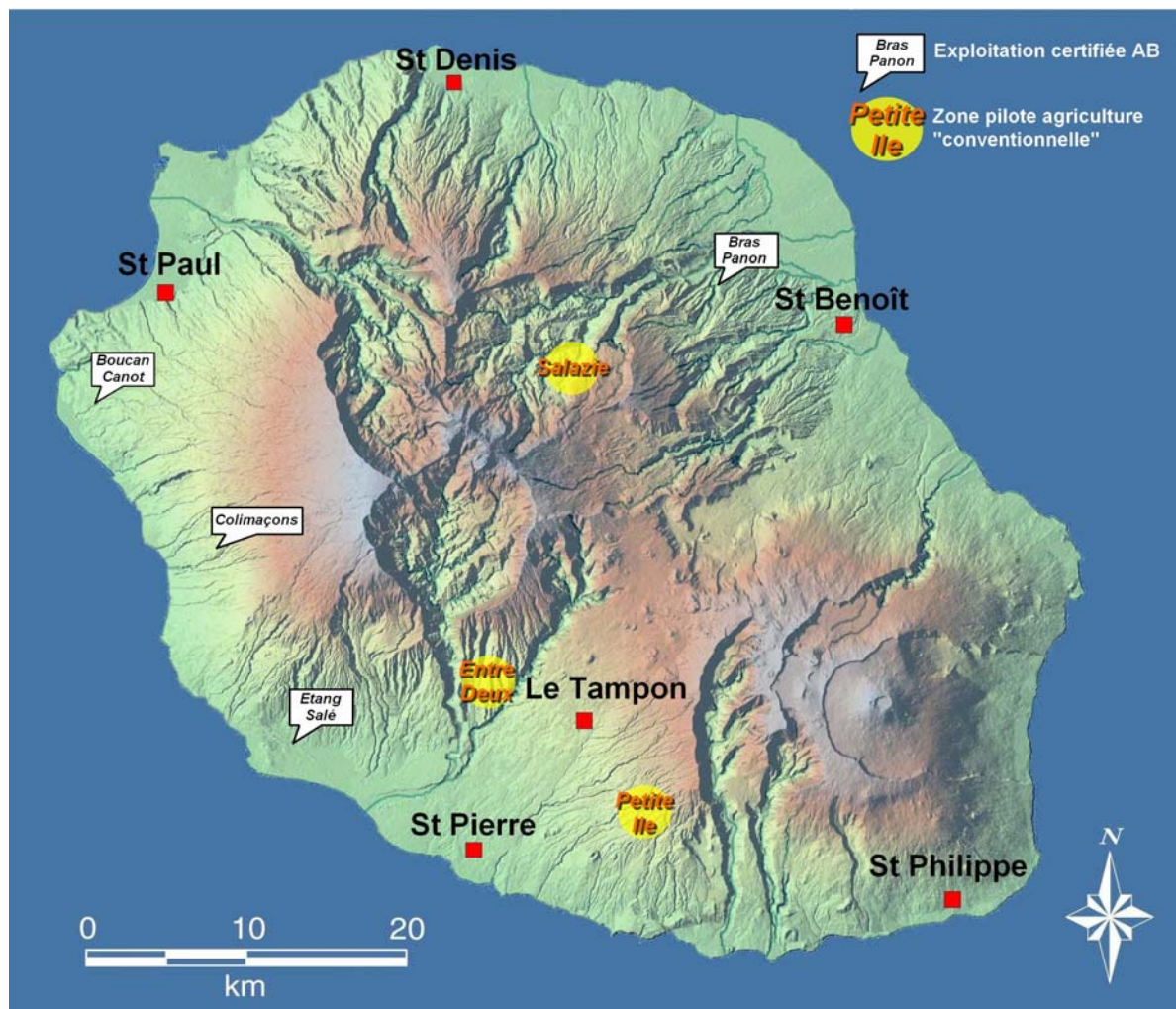
Le choix des sites pilotes a fait appel à de nombreux critères. En effet, les exploitations sélectionnées pour abriter le dispositif de lutte contre les mouches des légumes ont dû répondre aux critères suivants :

- Présence de culture de cucurbitacées ;
- Présence des ravageurs sur le site ;
- Adhésion de l'agriculteur au projet GAMOUR d'où l'assurance du non-usage de pesticide tout au long du projet ;
- Proximité des cultures auprès d'autres exploitations hors projet

Au total, pour le projet GAMOUR, 3 sites pilotes ont été retenus en zone dite conventionnelle et 4 sites en Agriculture Biologique (**Carte 1**). En zone conventionnelle, 28 exploitations inégalement réparties entre les 3 sites pilotes ont été définies :

- 16 exploitations sur la commune de Petite-île dans les secteurs du « Relais » et du « Piton Bloc » ;
- 9 autres dans la commune de l'Entre-Deux et réparties de part et d'autre de la route départementale principale ;
- 3 localisées sur le site de « Mare-à-Poule d'eau » à Salazie.

Pour les zones pilotes certifiées en « Agriculture Biologique », les 4 sites retenus sont respectivement situés sur les communes de l'Etang-Salé, Saint-Leu (aux colimaçons), Saint-Gilles (Bras-Canot) et Bras-Panon.



**Carte 1 :** Localisation des sites pilotes (conventionnels et Agriculture Biologique (AB)) du projet GAMOUR sur l'île de La Réunion

#### 4- Les résultats attendus du projet

L'enjeu de GAMOUR concerne globalement la durabilité sociale, économique et environnementale des systèmes horticoles de plein champ à La Réunion. En particulier, GAMOUR vise la disparition des traitements insecticides classiques, en passant de 10 à 30 traitements annuels à 0 dans le cas de la lutte contre les Mouches des légumes. Cet enjeu correspond au transfert en 3 ans aux producteurs, d'une méthodologie alternative et nouvelle : la protection agroécologique des cultures.

Ce projet vise également à acquérir des connaissances nouvelles, valorisées sous la forme de publications scientifiques, sur la bioécologie des mouches et les méthodes agroécologiques de protection des cultures. Il vise aussi à développer des techniques de lutte nouvelles et adaptées, destinées à être transférées sur les sites sélectionnés.

GAMOUR ambitionne par ailleurs de mettre au point une **protection des cultures** efficace, moins chère, respectueuse de l'environnement, saine et durable et tend ainsi à améliorer les compétences des agriculteurs pour une application sans faille d'un programme original de protection des cultures.

Ce projet novateur aspire ainsi à développer et pérenniser un processus participatif de transfert des innovations en milieu producteur avec pour finalité, l'élaboration d'une grille d'indicateurs socio-économiques et environnementaux. Ces derniers sont destinés à rejoindre un panel complet d'indicateurs de suivi. Il envisage enfin la réalisation d'une plus-value sur la qualité sanitaire de la production.

## PARTIE IV : GAMOUR : LE RESEAU DE SURVEILLANCE

### 1- Place de cette étude dans le projet GAMOUR

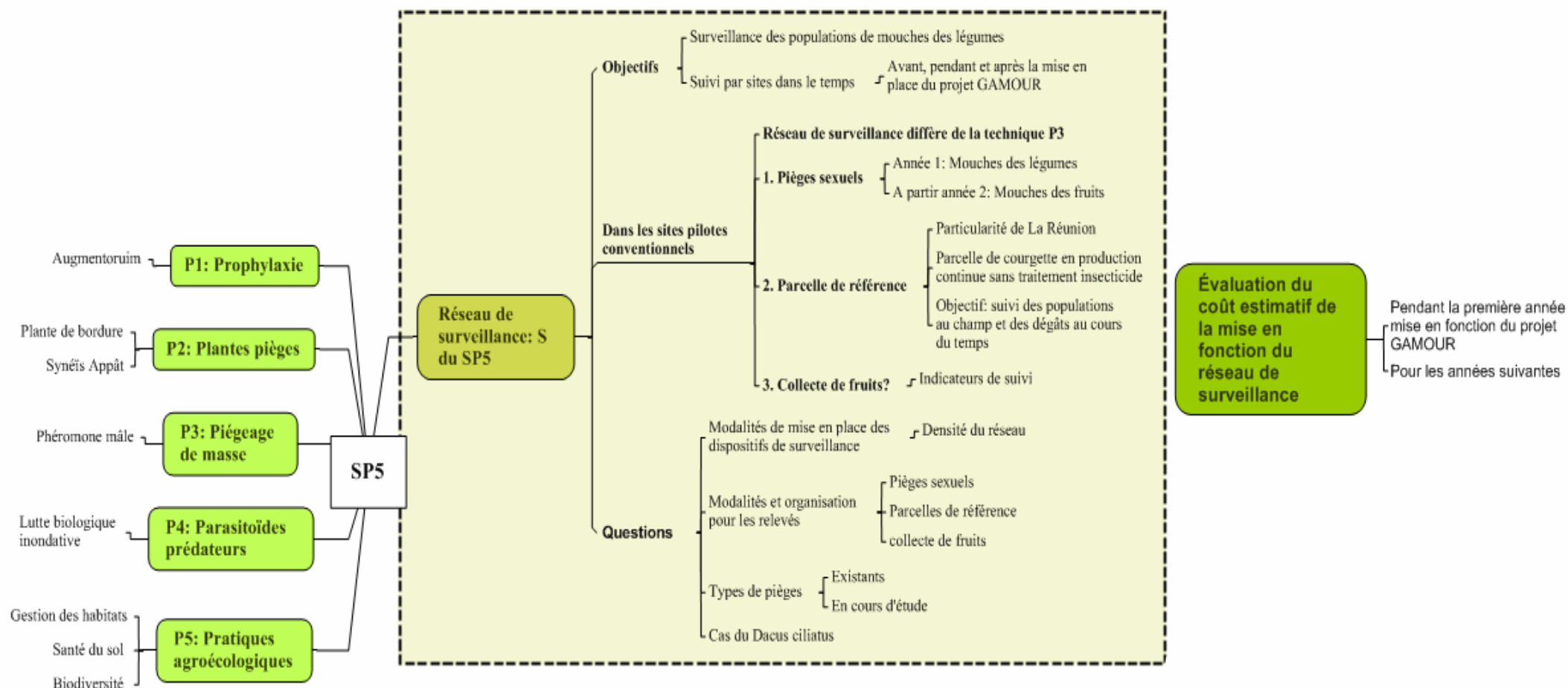
Cette mission intègre l'action 3 et la sous-action 32 du projet GAMOUR. Cette action consiste à transférer les innovations techniques en milieu producteur, dans un cadre participatif, sur des sites pilotes : des fermes certifiées Agriculture Biologique et des sites « d'Agriculture conventionnelle ». Les différentes actions de GAMOUR sont indispensables, préalablement ou simultanément, au déclenchement des opérations de terrain : paquet technologique SP5, coordination partenaires - agriculteurs, formation et information des agriculteurs.

#### 1.1- Cartographie des sites

Des orthophotos (photo aérienne) ont été récupérés auprès du CIRAD. Ces photos aériennes serviront de support pour : (1) cartographier l'occupation du sol des sites pilotes ; (2) positionner l'ensemble des mesures des dispositifs expérimentaux (réseau de surveillance, ...). L'ensemble des couches d'informations sera organisé dans un SIG et intégré dans le système d'information de l'observatoire des impacts (indicateurs de suivi).

#### Mise en route du réseau de surveillance

Cette étape consiste à mettre en place sur le terrain un réseau de surveillance des populations de mouches adapté dans les sites pilotes retenus (**Figure 7**). La surveillance reposera sur le piégeage de mouches. Le CIRAD sera en charge de capitaliser et d'interpréter les données. Les relevés auront lieu jusqu'à la fin du projet. Ainsi, le niveau de piégeage représentera un indicateur pertinent pour mesurer l'évolution des populations de mouches, avant, pendant et après les opérations pilotes.



**Évaluation du coût estimatif de la mise en fonction du réseau de surveillance**

Pendant la première année mise en fonction du projet GAMOUR  
Pour les années suivantes

**Figure 7 :** Schéma du réseau de surveillance et du paquet technique SP5 du projet GAMOUR

## 2- Le réseau de surveillance : définition

Le réseau de surveillance a pour objectif principal de suivre les populations locales de Tephritidae dans le temps en espérant y lire des évolutions liées aux pratiques SP5. Il est l'un des indicateurs d'évaluation du projet.

En agriculture biologique, l'intrication des cultures, la faible surface des parcelles et les pratiques prophylactiques font que toutes les espèces seront concernées. Le suivi des populations portera ainsi à la fois sur les mouches « des fruits » et « des légumes ».

En agriculture conventionnelle, seules les mouches « des légumes » seront suivies. Il est prévu d'étendre ce dispositif aux mouches « des fruits » dès la deuxième année du projet.

Le système de surveillance fait appel à trois outils de mesure :

- Le dispositif de piégeage ;
- La collecte des légumes piqués ;
- La mise en place d'un couple de placette de référence.

Ce réseau de surveillance permettra de rassembler des données qui viendront compléter le panel d'indicateurs de suivi des populations de mouches et de parasitoïdes sur les trois sites pilotes pris en compte. Elle permettra également d'optimiser la lutte en donnant l'alerte avant le pic de pullulation des ravageurs, c'est-à-dire avant même que les populations de mouches ne dépassent le seuil d'alerte et qu'elles ne deviennent une véritable menace pour les cultures légumières.

La mise en place de ce réseau de surveillance passe avant tout par la conception de cartes délimitant les différents sites pilotes du projet.

## 3- Méthodes de surveillance des populations de mouches des Cucurbitaceae

Quelque soit les méthodes de lutte envisagées contre les *Dacini*, il convient de mettre en place des méthodes de surveillance des populations de mouches, afin de permettre aux agriculteurs de savoir à quel moment il est nécessaire de traiter ou encore pour vérifier l'efficacité de la lutte appliquée. Pour cela, il existe des systèmes de piégeage des mâles qui

utilisent un attractif sexuel (ou paraphéromone\*) spécifique des mâles de certaines espèces, le Cue-lure®. Vis-à-vis des mouches des Cucurbitaceae de La Réunion, il n'est toutefois efficace que sur deux espèces : *B. cucurbitae* et *D. demmerezi* (Etienne, 1982). Il existe également des pièges alimentaires à base de protéines comme le Nulure, le Buminal ou la levure de *Torula*, qui en général capturent essentiellement des femelles, celles-ci ayant besoin de protéines pour la maturation sexuelle et le développement des oeufs (Hagen & Finney, 1950).

A La Réunion, les types de pièges les plus fréquemment utilisés sont soit des pièges à base d'attractif sous forme liquide comme le piège McPhail (McPhail, 1939) (**Figure 8**), ou des pièges à sec pour les attractifs sexuels (conditionné sous forme de plaquettes ou de diffuseurs) comme le Tephri-Trap® (Ros *et al.*, 1996) (**Figure 9**) ou le Takamaka® (**Figure 10**).





**Figure 8** : Piège de type McPhail



**Figure 9** : Piège Tephri-trap ®



**Figure 10** : Piège Takamaka ®



## **PARTIE V: LES OBJECTIFS DU STAGE**

Les différentes missions proposées (**Tableau2**) par ce stage s'inscrit au sein d'un vaste projet de recherche et développement. La finalité du projet GAMOUR est de résoudre le problème des mouches, ravageurs n°1 à La Réunion. GAMOUR doit ainsi contribuer au développement d'une agriculture durable, productive et donner une image renouvelée et « propre » de l'agriculture réunionnaise. Cette finalité se décline en deux principaux objectifs qui sont **la conception et la mise en œuvre d'un réseau de surveillance** des Mouches des légumes dans les sites pilotes retenus par le projet GAMOUR.

Ces aspects seront développés tout au long de cette partie et permettront de comprendre l'importance des missions confiées dans le cadre de ce sujet.

**Tableau 2 : Calendrier des tâches**

Début du stage											Fin du stage
06/04/2009	10/04/2009	16/04/2009	20/04/2009	24/04/2009	27/04/2009	15/05/2009	22/05/2009	25/06/2009	31/07/2009	20/08/2009	15/09/2009
Acquisition des outils techniques	Réunion dans une ferme certifiée "AB"		Relevés de terrain dans les quatre fermes certifiées "AB"	Traitements des données	Relevés de terrain sur le site de l'Entre-Deux + Transfert des données	Traitement des données recueillies sur le site de l'Entre-Deux	Relevés de terrain sur le site de Petite-Ile	Traitement des données recueillies sur les sites de Petite-Ile et l'Entre-Deux	Rédaction du rapport		

## 1- Cartographier les sites pilotes

### 1.1- Réaliser la cartographie parcellaire des bassins maraîchers concernés

La première partie du stage consiste à réaliser des cartes d'informations traduisant globalement l'ensemble du bassin maraîcher de chaque site pilote avant la mise en place du projet. Cette cartographie se définit par une « *représentation réduite généralisée mathématiquement précise de la surface terrestre sur un plan, illustrant la situation, la distribution et les rapports entre les différents éléments naturels et sociaux choisis et définis en fonction du but de la carte* » (CAUVIN, ESCOBAR, SERRADJ, 2007) . La carte ne doit donc pas être considérée comme une simple image, mais plutôt comme le produit de la valorisation de l'information au terme d'un long processus de réflexion.

La cartographie des bassins maraîchers est la première phase afin de définir, par la suite, les différentes exploitations concernées par le projet. Ce document interprétable constitue ainsi un véritable support de connaissances.

#### Sélectionner les objets à cartographier

Après avoir cartographié les zones des différents sites pilotes, une longue réflexion doit être faite quant au choix des diverses entités à prendre en compte.

La mission première s'est donc organisée autour de la réalisation de la cartographie des unités parcellaires au sein de chaque exploitation retenues par le projet GAMOUR (Cf. PARTIE III.3). Le choix de ces exploitations est dirigé de façon à ce qu'elles soient rassemblées, dans des zones plus ou moins confinées. Elles présentent globalement les mêmes types de culture, notamment toutes les cultures de cucurbitacées

## Réaliser les relevés de terrain

Le cartographe est le traducteur des vœux et des visions des acteurs du plan d'aménagement. Il prend en compte les calculs de superficie, des localisations des différents objets à cartographier, des relevés GPS et de la présentation de la situation sur le terrain.

L'étape préliminaire qui consiste à réaliser les relevés GPS sur le terrain constitue donc une phase importante, au cours de laquelle des observations complémentaires pourront être établies.

### *1.3.1- Caractériser les entités parcellaires : parcelles culturelles*

Ce travail consiste à lister les cultures présentes sur toutes les exploitations cartographiées et pour chaque site pilote. La réalisation de la carte repose sur des observations réalisées directement sur le terrain.

Les cultures identifiées pour chaque exploitation sur les sites pilotes seront classées de la manière suivante :

- Les **cultures de cucurbitacées** qui entrent principalement en compte dans le cadre de la protection des cultures contre les ravageurs ;
- Les **cultures de chouchous**, qui bien que faisant partie de la famille des « *Cucurbitaceae* », font l'objet d'une attention particulière au vu des dégâts majeurs que subit cette culture. De plus l'observation du comportement des ravageurs sur ces cultures dont la particularité est d'être cultivées sur des treilles, a permis de montrer que les flux de mouches avaient lieu sous les treilles, d'où peut-être la nécessité d'adapter les méthodes de lutte pour cette culture. Par ailleurs, le cas de Salazie où le chouchou représente incontestablement le patrimoine culturel de la commune nécessite de distinguer cette culture des autres cucurbitacées ;

- Les *autres cultures* telles que les Brassicaceae (choux, choux-fleurs, brocolis, etc.), les Solanaceae (laitue, tomate, etc.) ou encore les Liliaceae (oignon, ail, etc.) ne sont pas concernées par les attaques des Mouches des Cucurbitaceae et sont donc identifier sous une appellation commune : « autres cultures ». (Cf. Annexe 1)
- Les *espaces de friche*, susceptibles d'accueillir d'ici peu des cultures de légumes font également l'objet d'une cartographie.

### ***1.3.2- Identifier les plantes-hôtes/réservoirs présentes autour des parcelles culturales***

Les plantes hôtes sont des plantes qui présentent des caractéristiques susceptibles de favoriser le développement des mouches. La caractérisation de ces espèces est une étape très importante dans la réalisation de la cartographie. En effet, elle permet d'apporter des indications quant à la densité relative des espèces hôtes/réservoirs présentes sur les différents sites. Elle permet également de mettre en place des mesures adaptées en ce qui concerne les dispositifs de surveillance nécessaires.

Les plantes hôtes/réservoirs peuvent être des plantes cultivées avec des fruits ou légumes déjà infestés de mouches. Ce peut-être aussi des plantes sauvages que l'on appelle les « hôtes alternatifs » ou « plantes réservoirs » qui sont parfois fréquentes autour des cultures. Certaines de ces plantes peuvent survivre pendant l'hiver et permettent aux Mouches des « fruits » et/ou des « légumes » de se maintenir dans la nature, pendant les périodes où il n'y a pas de culture en place. Le nombre des espèces réservoirs varie beaucoup d'une espèce de mouches à une autre, selon la capacité des mouches à infester des plantes appartenant à des familles différentes.

Dans le cadre de cette étude, l'identification de ces plantes-hôtes/réservoirs sera réalisée pour les zones conventionnelles et zones en Agriculture Biologique retenues par le projet GAMOUR. Elle est réalisée par des observations complémentaires de terrain.

### **1.3.3- Constituer un SIG**

L'objectif consiste à disposer de cartes représentant chacune, des thèmes différents sur un même espace et de relier les éléments de ces différents documents (constituant des plans, des couches, etc.). Dans le cadre de la conception d'un réseau de surveillance, les données recueillies doivent être constamment remises à jour. Les informations doivent être disponibles rapidement afin que les décisions d'action soient prises en cas de situation de « crise ».

Ces informations doivent par ailleurs fonctionner en temps réel et être structurées dans des bases de données, de telle manière qu'il soit possible de répondre aisément aux requêtes émises par les différents organismes partenaires. De plus, il est important que chaque utilisateur puisse manipuler ces informations en étant apte à choisir les options qu'il souhaite mettre en valeur.

## **2- Concevoir et mettre en œuvre un réseau de surveillance**

La conception du réseau de surveillance s'appuie sur des connaissances cumulées sur plusieurs années. Hawaï dispose en effet de dix années d'expériences durant lesquelles de nombreuses innovations techniques ont été élaborées (**Cf. PARTIE V.1**). Ces techniques servent ainsi de point de départ à l'élaboration du réseau de surveillance sur les sites pilotes réunionnais.

### **2.1- Identifier des points d'implantation des systèmes de surveillance**

Le réseau de surveillance est installé de manière à ce que ce dernier couvre l'ensemble de chaque zone pilote. Il ne tient pas compte des différentes zones présentant des risques d'infestation, observées sur le terrain. Ce réseau de surveillance fait appel à trois outils de mesure :

- Le dispositif de piégeage ;
- La collecte des légumes piqués ;
- La mise en place d'un couple de placette de référence.

Des modalités du réseau doivent être définies pour exécuter dans les meilleures conditions possibles les différentes actions de terrain.

## **2.2- Mettre au point les modalités de mise en place des dispositifs de surveillance**

Les modalités de mise en place du réseau de surveillance fait référence à plusieurs éléments tels que :

### **♦ Dispositif de piégeage**

- Codage des pièges de surveillance pour les relevés et le suivi en laboratoire ;
- Quels types de pièges ;
- La distance entre chaque piège. D'après certaines études, une distance de 40 mètres entre chaque piège est préconisée. Cette recommandation n'est pas valable s'il est question de la mise en place d'un seul type de piège. Cependant, lors de la mise en place pièges contenant différents attractifs (Méthyl-Eugenol, Cue-lure, Trimedlure) il est indispensable de définir des distances entre les différents pièges pour éviter qu'il y ait interaction entre les différents dispositifs ; Nombreux sont donc les paramètres à définir pour la mise en place de ce dispositif
- Le mode de fixation des pièges ;
- Le nombre de pièges par rapport à la surface des différentes parcelles ;
- Fréquence des relevés ;
- Quel organisme se charge des relevés ;

♦ Collecte des légumes piqués

- Où prélever ;
- Quels types de fruits à prélever ;
- Le nombre de fruits à prélever ;
- Fréquence des relevés ;
- Quel organisme se charge des relevés ;

♦ La mise en place d'un couple de placettes de référence

- Où mettre les parcelles par rapport au site pilote ;
- Chez qui ;
- Modalités de mise en place ;
- Quelles informations retirées ;



## PARTIE VI : ETATS DES CONNAISSANCES

Les situations présentées ci-après font état des différents résultats obtenus dans diverses régions du globe. Ces résultats s'attachent à développer les avantages de la mise en application des techniques de gestion agroécologique des cultures, en termes de surveillance et de contrôle des populations de mouches.

Ces méthodes nouvelles ont en effet permis de mettre en évidence les bienfaits d'une gestion plus durable des exploitations légumières et fruitières, axée principalement sur la diminution voire l'interdiction d'usage de produit phytosanitaire.

### 1- Hawaii : Area-Wide Pest Management

A Hawaii, le programme « Area-Wide Pest Management » a été initié sur plusieurs centaines d'hectares, sur plusieurs types de cultures (cucurbitacées, papaye,...) et sur plusieurs espèces de mouches dont *Bactrocera cucurbitae*, la principale espèce rencontrée à La Réunion (Vargas *et al.* 2004). Cette île est depuis longtemps confrontée au problème de mouches des fruits. Face aux importants dégâts générés sur ces cultures fruitières, Hawaii a mis en place un programme de lutte écologique contre ces ravageurs.

La boîte à outils « 1, 2, 3, 4 » du programme « Area-Wide Pest Management » a été mis en place en 1999, issu d'une collaboration entre le Département de l'Agriculture de l'Etat d'Hawaii et l'Université d'Hawaii. Basé sur quatre grandes méthodes de lutte, ce programme comprend avant tout le suivi des populations de ravageurs (*Bactrocera cucurbitae*, *Bactrocera dorsalis*, *Ceratitis capitata*), la mise en application de mesures prophylactiques. Il repose également sur l'application de traitements en bordures de parcelle et la destruction massive des mâles à l'aide d'attractifs sexuel. Celui-ci est couplé à un insecticide et permet de réduire significativement les populations de mâles.

## 1.1- Méthodes de lutte mises en place à Hawaii



Pour la mise en œuvre de ce programme de gestion des mouches, trois zones d'étude géographiques ont été sélectionnées : Hawaii, Kula et les îles d'Oahu.

Ces zones d'études accueillent un réseau de détection des mouches qui contribue à observer l'évolution économique des principales zones, identifiées comme étant les plus appropriées pour bénéficier de l'approche de ce programme.

Le réseau de surveillance des populations de mouches est conduit par le biais de pièges contenant des attractifs sexuels spécifiques aux ravageurs mâles. Initialement, l'attractif est combiné avec un agent pesticide qui provoque la mort de l'insecte.

Par ailleurs, l'identification des plantes-hôtes réservoirs est également perçue comme une étape essentielle, dans la mesure où 60 sur 196 espèces fruitières examinées entre 1949 et 1985 ont été signalées au moins une fois comme « plante-hôte » de *Ceratitis Capitata*.

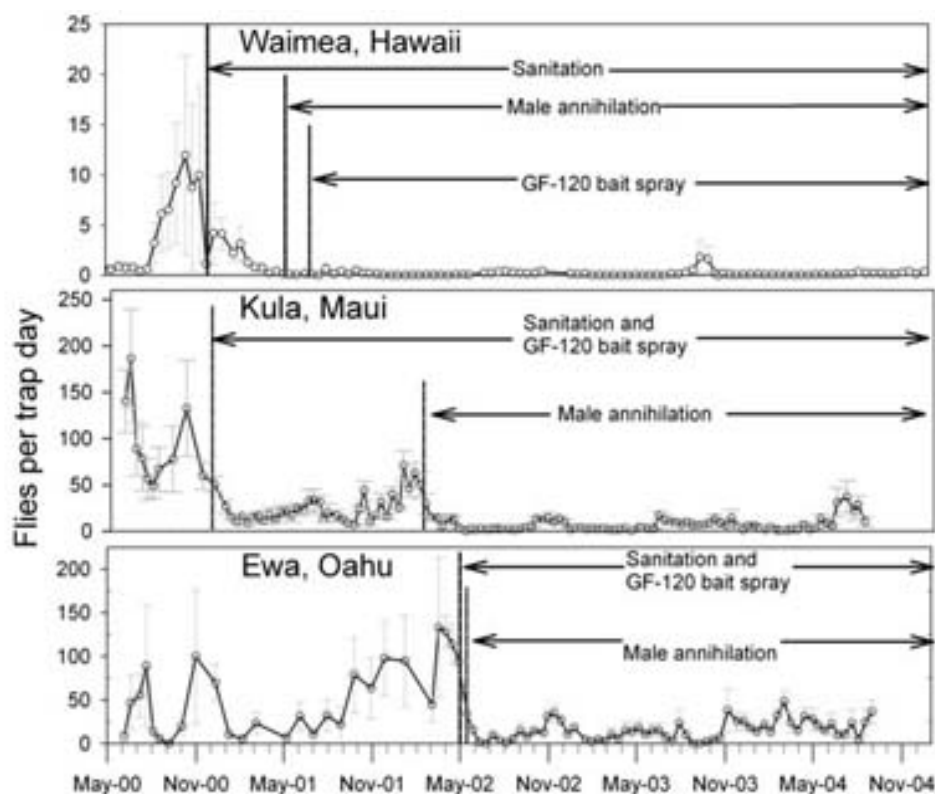
Cette phase d'étude a ainsi permis aux chercheurs d'Hawaii de définir des zones présentant des risques plus ou grand d'infestation, et de mettre en place un dispositifs de surveillance intégrant des pièges adaptés.

### Les résultats obtenus

Le lancement des activités qui vise à contrôler les populations de mouches du melon, *Bactrocera cucurbitae*, est amorcé avec la sélection d'une zone de 40 Km<sup>2</sup> de culture. Le paquet technique mis en place inclue les méthodes de prophylaxie, l'usage du Spinosad\* GF-120 un attractif alimentaire. Il comprend aussi des systèmes de piégeage avec du Cue-lure et la libération massive de parasitoïdes (*Psytalia fletcheri*) dans l'environnement des exploitations.

Le bilan de ce programme à Hawaii se solde par une diminution significative des populations de mouches au sein des aires de production agricole. Ainsi l'infestation des

cultures par ces ravageurs à été réduit à moins de 5% en comparaison aux 30% avant le lancement du programme (**Figure 11**).



**Figure 11 :** Suivi des populations de *Bactrocera cucurbitae* avec des pièges au cueilure à Kamuela (Hawaii), Kula (Maui), et Ewa (Oahu) de Mai 2000 à Décembre 2004.

L'expérience d'Hawaii dresse sans nul doute un bilan positif de la mise en place de nouvelle technique plus respectueuse de l'environnement. Ces techniques innovantes permettent de réduire les coûts d'investissement dans les produits phytosanitaires jusque là privilégiés.

Au vue de ce constat, nombreux pays se sont lancés dans des études dans l'objectif de mettre en place une gestion plus durable de leurs cultures.

Le programme « Area-Wide Pest Management » est considéré actuellement aux Etats-Unis comme un modèle de réussite de protection intégrée et l'une des clés de cette réussite

tient à la coordination efficace entre les différents acteurs du programme (Mau *et al.*, 2007). Il a de plus fait l'objet d'adaptations couronnées de succès dans d'autres pays, comme le Japon (Koyama *et al.* 2004) ou Taiwan (Huang, 2007).

## 2- Le cas de l'île Maurice

D'autres initiatives se lancent sur ce modèle, comme à Maurice avec le soutien de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (QUILICI, 2008). Les mouches des fruits et légumes génèrent de larges pertes à Maurice comme dans bien d'autres parties du monde

A Maurice, le programme de gestion de mouches, plus particulièrement les mouches des légumes, a débuté en 2007. Ce projet lancé sur 3 ans réunit plusieurs acteurs tels que la Division Entomologie du Ministère de l'Agriculture pour la recherche, l'AREU (Agricultural Research Extension Unit) pour le transfert des innovations en milieu producteur.

Les opérations se déroulent sur 110 hectares dans un site isolé regroupant près de 135 agriculteurs. Certains d'entre eux assurent la fonction de « leaders » et garantissent l'interface avec les autres. Notons qu'à Maurice, peu de plantes-hôtes sauvages des légumes sont recensées, ce qui facilite la gestion de leurs populations. Les principales cultures regroupent plusieurs cucurbitacées telles que la courgette, le concombre, le pâtisson, la citrouille, la pastèque, le melon, la calebasse, le giraumon et le chouchou.

### 2.1- Méthodes mises en place pour la gestion des populations de mouches

En ce qui concerne le système de surveillance mis en place dans ce projet mauricien, celui-ci comprend deux types de pièges :

- Des pièges « secs » : renfermant un mélange de Cue-lure et malathion. Une mèche de coton est ainsi imbibée de dix gouttes de ce mélange. Une distance de 100 mètres est recommandée entre chaque piège et un ramassage s'effectue tous les quinze jours.

- Les pièges « liquides » sont quant à eux constitués de pièges type MacPhail » avec un mélange 1/7 de levure de bière et d'eau (12,5%). Le ramassage est ici effectué toutes les semaines.

Ce dispositif de piégeage est positionné sur le site expérimental « Plaine Sophie » d'une superficie totale de 110 ha à raison de 90 pièges « secs » et 18 pièges « liquides ». Il est également mis en place à « Dubreuil » (20 ha) un site présentant les mêmes conditions climatologiques observées à Plaine Sophie, humide et frais, avec respectivement 40 et 11 pièges et à « Espérance » (15 ha) qui présente un climat plus chaud et sec, avec respectivement 20 et 10 pièges.

A ce réseau de surveillance vient s'ajouter des méthodes de prophylaxie, la mise en place de plante pièges et de traitements par tâches.

## **2.2- Les résultats obtenus**

Un état des lieux précis n'a pu être effectué avant le début du projet. Néanmoins, après un an, une enquête réalisée auprès des 135 agriculteurs montre que :

- Plus de 97% des agriculteurs effectuent les traitements avec les produits fournis ;
- 60% réalisent la prophylaxie ;
- La proportion de 45% d'agriculteurs qui traitaient 2 fois par semaines leurs parcelles avant le projet est tombée à 25% ;
- La proportion de 25% d'agriculteurs qui traitaient trois fois par semaine leurs parcelles avant le projet est passé à 5% ;
- 85% des agriculteurs disent avoir une amélioration de la qualité et une augmentation de leur production ;
- 60% disent avoir une meilleure rentabilité
- Enfin, 97% des agriculteurs interrogés estiment que le projet leur a été bénéfique.

L'efficacité du contrôle de ces ravageurs est donc avérée. L'aire d'étude considérée par le projet mauricien fait état d'une réduction significative du nombre de larves qui infestent les cultures de cucurbitacées.

Les résultats font valoir une diminution simultanée des populations des mouches et du taux de fruits infestés.

### **3- Le cas de Taïwan**

A Taïwan, le projet de lutte contre les mouches est lancé dans un contexte semblable à ceux présentés précédemment. Ce programme s'attaque particulièrement à la protection des cultures fruitières telles que les pêches, la carambole, etc. Le contrôle est testé pour les mouches orientales et celles du melon.

Les dispositifs de surveillance se sont principalement appuyer sur l'usage du Méthyl-Eugenol, du Cue-lure et d'un attractif alimentaire contenant du Spinosad.

Les résultats ont montré que l'ensemble des agriculteurs participant au projet présente un intérêt commun à l'application du système de monoculture. Ce système de monoculture semble en effet présenter des avantages quant à la réalisation de ce projet de gestion des ravageurs par rapport aux exploitations qui présentent une diversité culturelle.

### **4- Un bilan favorable**

L'ensemble de ces exemples pris à l'échelle mondiale fait le point sur une multitude d'application d'un projet agroécologique. Basé sur un projet hawaïen, d'autres îles ont ainsi adoptées des méthodes de lutte contre les mouches des fruits et légumes, plus respectueuses de l'environnement, en apportant des spécificités, permettant ainsi d'élargir les connaissances sur les divers procédés existants.

L'approche envisagée de GAMOUR est cohérente avec les orientations prises dans ces différents pays pour le contrôle des ravageurs et s'appuient une gestion à grande échelle (Area-Wide Pest Management) (Tan, 2000).

Outre le fait que la situation d'Hawaï et de La Réunion présentent de nombreuses similitudes, notamment sur le plan agricole, la situation réunionnaise en 2008 peut être comparée à celle d'Hawaï en 2000 : des dégâts préjudiciables des mouches des fruits et des légumes dans les systèmes horticoles ; un certain scepticisme de la part de certains acteurs, en premier lieu les agriculteurs, préalablement déçus par les propositions antérieures ; une volonté commune, partagée et volontaire, et de la part des acteurs parties prenantes du projet (Vargas, 2007).

Sept ans de résultats sont aujourd'hui disponibles pour en évaluer l'efficacité, à la fois sur le plan technique (Jang *et al.* 2007 ; McQuate, 2007 ; McQuate et Vargas, 2007) et sur le plan économique (McGregor, 2007).

Quatre ans après l'initiation du projet à Hawaï, les bénéfices générés dépassaient les coûts annuels de son application. C'est sur ce modèle que Le Cirad de La Réunion lance son programme de gestion agroécologique des mouches des légumes, plus connu sous le sigle « GAMOUR ».

## **1- La cartographie**

L'initiation aux logiciels de cartographie et de traitement des données représentent une étape essentielle de préparation au travail de terrain. Cette étape est capitale. Elle permet en effet d'acquérir les outils techniques de la géographie qui permettra de superposer les informations recueillies sur le terrain et ainsi d'analyser ces données sous formes de cartes..

### **1.1- Obtention des images aériennes des sites pilotes**

L'obtention des images aériennes des différents sites pilotes est la première phase de la cartographie. Ces images sont stockées dans la banque de données Orthophoto 2006 fourni par le CIRAD.

Ces cartes constituent le fond cartographique et le support des observations complémentaires de terrain. Elles représentent la surface terrestre rectifiée géométriquement et égalisée radiométriquement de chaque site pilote. Elles vont servir de repérage global, sur le terrain, des éléments à cartographier.

### **Cartographie des unités parcellaires de chaque exploitation**

Les différentes exploitations agricoles à cartographier sont repérées au préalable sur le fond de carte. La délimitation des unités parcellaires de chaque exploitation est ensuite effectuée sur le terrain à l'aide d'un GPS (**G**lobal **P**ositioning **S**ystem). Le GPS est un système de localisation par satellite et permet de déterminer les coordonnées géographiques de chaque unité parcellaire. Deux types de GPS sont mis à disposition : GPS Etrex et DGPS Trimble. Le DGPS (GPS Différentiel) fournit des coordonnées géographiques avec précision. Il permet d'atteindre une précision comprise entre 1m et 1cm en mode différentiel. Une correction des données peut également être apportée.



Cette méthode consiste à corriger l'erreur issue de chaque satellite. La correction est calculée par des balises au sol et transmise aux récepteurs par ondes radios. En ce qui concerne l'île de La Réunion, la correction différentielle est disponible sur le site « <http://www.ctics.re> ».

### **Transfert des données GPS**

En fonction des GPS utilisés lors de la saisie des données géographiques, les logiciels Pathfinder et MapSource sont utilisés pour transférer les données sur ordinateur.

Les données sont stockées sous la forme de fichiers (au format SSF) qui regroupent les enregistrements de la position de l'antenne pendant une durée d'une heure, avec un intervalle d'acquisition de 5 secondes.

La position de l'antenne étant enregistrée en continu, il y a donc 24 fichiers enregistrés par jour. Pour corriger les données de terrain, il suffit de récupérer les fichiers correspondants aux heures d'enregistrement du GPS. Il est nécessaire ensuite de combiner les données et les fichiers de correction avec un logiciel adéquat (tout logiciel compatible avec le format SSF, pas seulement Pathfinder).

### **Conversion des données transférés**

Les données transférées sont converties dans le même référentiel que les Orthophoto à l'aide du logiciel CIRCE 2000. Le référentiel correspond au référentiel RGR92.

### **Traitement des données géographiques**

Les données géographiques sont traitées à l'aide du logiciel MapInfo 7.5. Ce logiciel permet de créer de l'information géographique. Il permet aussi de traiter et de manipuler cette information dans le but de réaliser des cartes diverses (thématique, etc.). C'est à partir de ce logiciel qu'est visualisée la délimitation de chaque unité parcellaire suite au relevé GPS.

## Mise à jour des images aériennes

Les cartes avec les positions GPS des unités parcellaires sont rafraîchies par le logiciel Google Earth. Cette étape permet d'obtenir des images aériennes (fonds de carte) plus récentes étant donné que les Orthophoto utilisés datent de 2006.

## Plans cadastraux

Les plans cadastraux sont obtenus à partir du site internet : [www.cadastre.gouv.fr/](http://www.cadastre.gouv.fr/).  
Ce plan dresse l'état des propriétés foncières sur chaque site pilote.

## 2- Identification des plantes cultivées et des plantes-hôtes/réservoirs

L'identification des plantes cultivées sur les sites pilotes est effectuée par des observations directes sur le terrain. Elle s'est déroulée sur environ 8 semaines, du 20 avril au 25 juin 2009 dans les zones d'étude sélectionnées et s'est réalisée selon deux méthodes de collecte d'information :

- un inventaire sur le terrain des cultures présentes sur chaque exploitation à l'aide des Orthophoto;
- des entretiens auprès des agriculteurs permettant de compléter les données recueillies.

Pour les plantes hôtes-réservoirs, les foyers de développement des larves des mouches des légumes ne se cantonnent pas aux simples parcelles cultivées mais s'étendent sur de plus vastes espaces, à l'échelle communale.

Le traitement de ces données constitue la dernière phase à accomplir pour compléter le travail cartographique. Elle permet d'obtenir une cartographie précise des parcelles culturales par une analyse logique et synthétique des données récoltées sur le terrain.

### **3- Mise en œuvre du réseau de surveillance**

L'élaboration du réseau de surveillance adapté et la mise en place des dispositifs sur les différents sites font suite à des décisions prises au cours des réunions entre le CIRAD et la Chambre d'Agriculture.

### **4- Présentation des résultats**

Les plantes cultivées et les plantes-hôtes/réservoirs identifiées sur les sites pilotes seront présentées dans un premier temps sous forme de tableau. Elles seront par la suite positionnées sur les cartographies obtenues suite aux relevés GPS effectués sur le terrain. Les dispositifs de pièges du réseau de surveillance seront aussi placés sur les cartes.

Les modalités de la mise en œuvre du réseau de piégeage seront décrites suite aux décisions prises par le CIRAD et la Chambre d'Agriculture.

### 1- Les différents types de cultures

Au cours des études complémentaires de terrain, les différentes cultures ont pu être répertoriées sur l'ensemble des sites pilotes sélectionnés. La limite de ces parcelles culturales ont directement été saisies à l'aide du GSP Différentiel constituant une base de données exploitables. Les entretiens menés auprès des agriculteurs ont également permis d'obtenir des précisions sur les changements, à court terme, des cultures sur les parcelles permettant ainsi une mise à jour des cartes réalisées.

Par ailleurs, le travail de saisie a été complété par le repérage sur le fond de carte de ces différentes parcelles. A cela s'ajoute des observations complémentaires qui ont permis de mettre en évidence la présence en zone hors-exploitation, de plantes ou fruits pouvant constituer des foyers potentiels de développement des mouches.

Le **tableau 3** présente ainsi les différentes cultures ou plantes de bordure observées sur les diverses exploitations visitées. Il présente aussi les différents espèces de mouches s'attaquant aux cultures précédemment citées ; et enfin les attractifs utilisés pour lutter contre ces ravageurs.

**Tableau 3 :** Liste des plantes cultivées sur les sites pilotes attaquées par différentes espèces de Tephritidae

Plantes cultivées	Espèces de mouches attaquant les cultures					
	Cr	Cc	Bc	Dc	Dd	Nc
Ail						
Banane						
Bringellier marron						
Brocolis						
Carotte						
Chouchou						
Chou-fleur						
Citrouille						
Concombre						
Courgette						
Fraise						
Fruit de la passion						
Géranuim						
Gingembre						
Goyavier						
Gros piment						
Haricot						
Lecthi						
Longani						
Maïs						
Mangue						
Margoze						
Oignon						
Patole						
Pastèque						
Piment						
Poireaux						
Pois						
Pomme de terre						
Salade						
Tomate						

### Légende



**Cr:** *Ceratitiss Rosa*  
 Nom commun:  
 Mouche du Natal  
 Attiré par le Trimedlure



**Nc:** *Neoceratitiss cyanescens*  
 Nom commun:  
 Mouche de la tomate  
 Aucune phéromone



**Bc:** *Bactrocera cucurbitae*  
 Nom commun:  
 Mouche du melon  
 Attiré par le cuelure



**Cc:** *Ceratitiss capitata*  
 Nom commun: Mouche méditerranéenne des fruits  
 Attiré par le Trimedlure



**Dc:** *Dacus ciliatus*  
 Nom commun:  
 Mouche éthiopienne des cucurbitacées  
 Aucune phéromone



**Dd:** *Dacus demmerezii*  
 Nom commun: Mouche des Cucurbitaceae de l'Océan Indien  
 Attiré par le cuelure

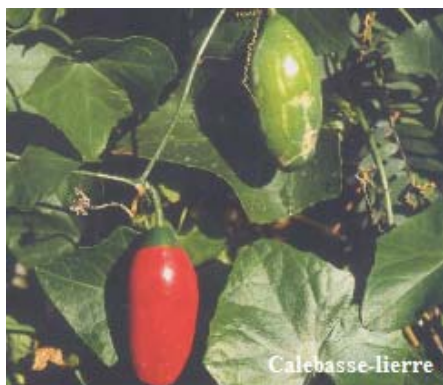
## 2- Les plantes hôtes-réservoirs

### 2.1- Les zones en conventionnelle

Le **tableau 4** met en évidence trois plantes qui constituent des foyers potentiels de prolifération des insectes nuisibles à savoir, la calebasse-lierre (**Figure 12**), le margose sauvage (**Figure 13**) et le chou chou sauvage (**Figure 14**). Il est donc essentiel de repérer lors des observations complémentaires de terrain les foyers à risque ce qui permettra d'élaborer un réseau de surveillance adapté.

**Tableau 4:** Liste des plantes-hôtes réservoirs non-cultivées constituant des foyers de prolifération des mouches des Cucurbitaceae.

Qualité et importance du fruit-hôte pour les différentes mouches des Cucurbitaceae				Période de sensibilité des fruits aux Tephritidae	Répartition géographique et abondance de la plante-hôte à La Réunion
Plante/fruit-hôte	Espèces de mouches	Présence dans le fruit	Importance		
Calebasse	<i>B. cucurbitae</i>	***	**	Toute l'année	Spontanée, sur les clôtures: zone de basse altitude (moins de 300 m d'altitude) entre Saint-Louis et Saint-Joseph
	<i>D. ciliatus</i>	*	*		
	<i>D. demmerezii</i>	*	*		
Margose sauvage	<i>B. cucurbitae</i>	***	***	Toute l'année	Cultivée dans toute l'île : spontanée dans l'Ouest et le Sud (de La Possession à Petite-île) sur le littoral et jusqu'à 300 m d'altitude
	<i>D. ciliatus</i>	*	**		
	<i>D. demmerezii</i>	*	**		
Bringellier marron	<i>C. capitata</i>	*	**	Toute l'année	Spontanée de 0 à 1500 m d'altitude sur toute l'île
	<i>C. rosa</i>	***	**(*)		
	<i>N. cyanescens</i>	***	***		
Chou chou sauvage	<i>B. cucurbitae</i>	***	***	Toute l'année	Cultivée et spontanée entre 450 et 1200 m d'altitude sur toute l'île, principalement dans les régions humides (les Hauts et le Nord, Salazie, Plaine des Grègues)
	<i>D. ciliatus</i>	***	***		
	<i>D. demmerezii</i>	***	**(*)		
Goyavier	<i>C. capitata</i>	*	**	De Mars à Août	Naturalisée partout dans les lieux incultes des forêts des régions humides de 0 à 1200 mètres.
	<i>C. catirii</i>	*	**		
	<i>C. rosa</i>	***	***		



**Figure 12:** Calebasse lierre



**Figure 13:** Margose sauvage



**Figure 14:** Bringellier marin

En ce qui concerne le bringellier marron et le goyavier, on remarque, par la lecture du tableau, que ces espèces ne concernent pas les mouches des légumes mais les mouches des fruits. Néanmoins, ces espèces, considérées comme des pestes végétales et au vue de la perspective d'extension du projet GAMOUR, dans les exploitations dites « conventionnelles » vers une gestion agroécologique des mouches des fruits, il paraît important de prendre en considération, dès maintenant, ces espaces de réserve.

## 2.2- Les fermes en Agriculture Biologique

Pour les exploitations en Agriculture Biologique, l'identification des plantes-hôtes et plantes réservoirs concerne principalement les plantes ou fruits attaqués par les mouches des fruits.

**Tableau 5 :** Liste des plantes-hôtes réservoirs non-cultivées constituant des foyers de prolifération des mouches des fruits.

Qualité et importance du fruit-hôte pour les mouches des fruits				Période sensibilité des fruits aux Tephritidae	Répartition géographique et abondance des la plante-hôte à La Réunion
Plante/Fruit-hôte	Espèces de mouches	Présence dans le fruit	Importance		
Goyavier	C. capitata	*	**	De Mars à Août	Naturalisée partout dans les lieux incultes des forêts des régions humides de 0 à 1200 mètres
	C. catoirii	*	**		
	C. rosa	***	***		
Letchi	C. rosa	*	**	De Décembre à Février	Culture fruitière commerciale; présente surtout sur le littoral Sud et Est; Subspontanée dans les régions basses
Longani	C. rosa	-	-	De Janvier à Mars	Subspontanée sur le littoral jusqu'à 600 mètres



Le **tableau 5** présente les différentes plantes observées sur les fermes « AB ». Les espèces répertoriées se localisent principalement en bordure et constitue généralement des brise-vent.

### 3- Les cartographies du dispositif de surveillance pour chaque exploitant agricole

Les cartographies ont été réalisées pour l'ensemble des exploitations adhérentes au projet GAMOUR.

Les cartes ont été constituées sur le principe de superposition des diverses couches. Les fondements des SIG apparaissent avec clarté. Cinq objets sont distingués (les parcelles culturales, les plantes-hôtes réservoirs observées à proximité de l'exploitation, le réseau de surveillance, le réseau de piégeage de masse) correspondant à autant de couches. Il faut y ajouter les couches correspondant au parcellaire foncier, aux tracés des voies de communication et à ceux des cours d'eau non pérenne.



### **3.1- Zones en conventionnelle**

#### **3.1.1- Petite-île**

##### **→ Exploitation d'Eddy BARRET**

La **carte 2** présente l'exploitation de BARRET Eddy, agriculteur de la commune de Petite-Ile. Cet espace occupe une superficie de 26000 hectares et s'apprête à recevoir les différents dispositifs du réseau de surveillance.

##### **→ Les autres exploitants**

La cartographie a été réalisée pour l'ensemble des exploitations adhérentes au projet GAMOUR et sont disponibles en annexe.

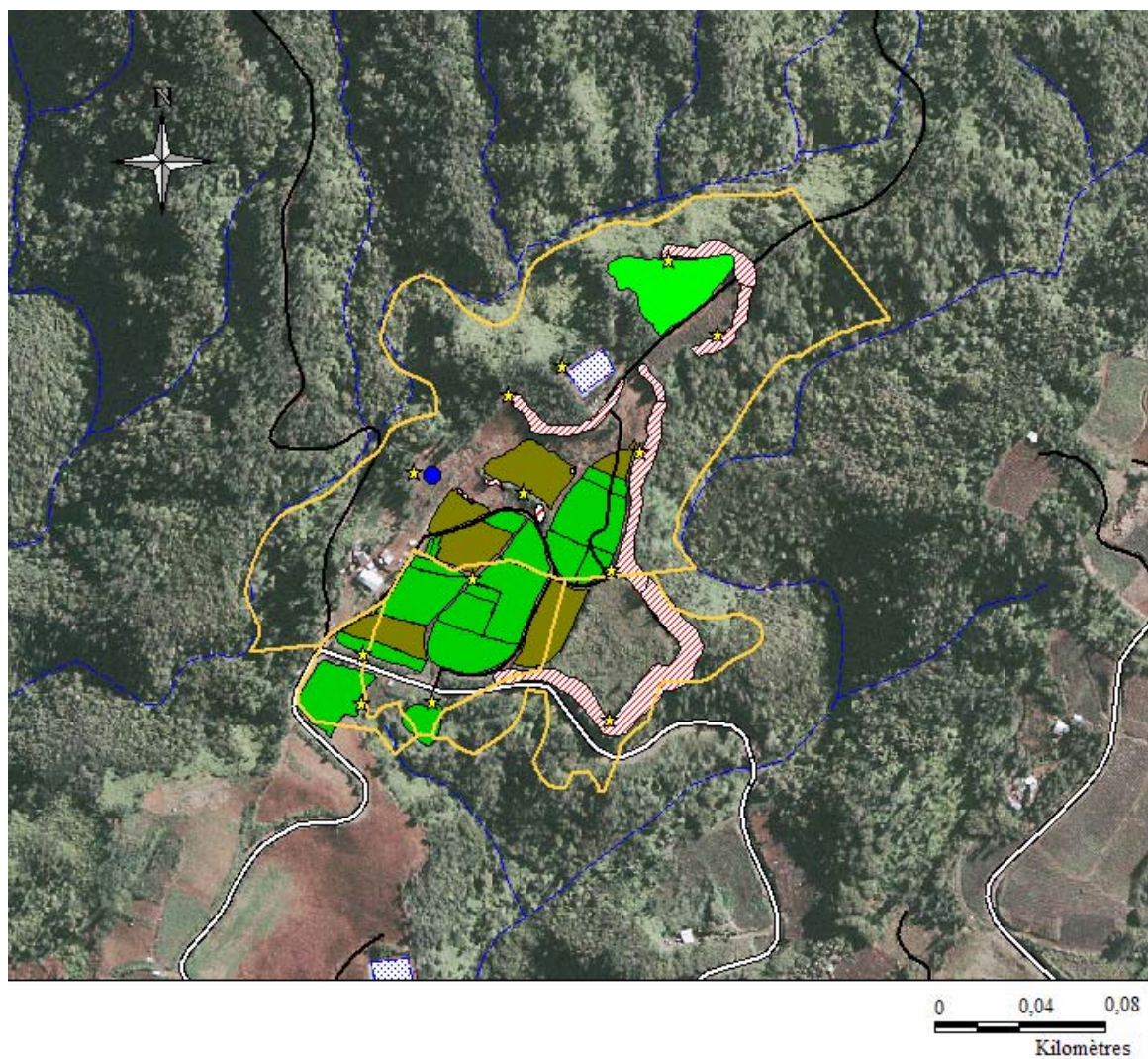
- Exploitation d'Eric BARRET : *Cf. Annexe 1*
- Exploitation de Gathien BARRET : *Cf. Annexe 2*
- Exploitation de Miko BARRET : *Cf. Annexe 3*
- Exploitation de Jean-Claude CORRE : *Cf. Annexe 4*
- Exploitation de Patrice DIJOUX : *Cf. Annexe 5*
- Exploitation de Daniel FOLIO : *Cf. Annexe 6*
- Exploitation de Johny FOLIO : *Cf. Annexe 7*
- Exploitation De Roville FONTAINE : *Cf. Annexe 8*
- Exploitation de Guy-René HOAREAU : *Cf. Annexe 9*
- Exploitation de Jean-Claude HOAREAU : *Cf. Annexe 10*
- Exploitation de Jean-François PAYET : *Cf. Annexe 11*
- Exploitation de Jean-Claude ROBERT : *Cf. Annexe 12*
- Exploitation d'Alix SORRES : *Cf. Annexe 13*
- Exploitation de Gérard SORRES : *Cf. Annexe 14*
- Exploitation de Jean-Ello VOLRY : *Cf. Annexe 15*

### ***3.1.2- Entre-Deux***

- Exploitation d'Edward Dijoux: *Cf. Annexe 16*
- Exploitation de Gilbert HOAREAU: *Cf. Annexe 17*
- Exploitation de Jean-Yves NATIVEL : *Cf. Annexe 18*
- Exploitation d'Alain PAYER : *Cf. Annexe 19*
- Exploitation de Dany PAYET: *Cf. Annexe 20*
- Exploitation de Nicol PAYET : *Cf. Annexe 21*
- Exploitation Georges VITRY : *Cf. Annexe 22*
- Exploitation de Marc-André VITRY : *Cf. Annexe 23*

### ***3.1.3- Salazie***

- Exploitation Jean-Hugues JASMIN : *Cf. Annexe 24*
- Exploitation de Jocelyn LEGER : *Cf. Annexe 24*
- Exploitation Sergio VICTOIRE: *Cf. Annexe 24*



### Légende

<p><b>Foncier</b></p> <p><span style="border: 1px solid yellow; display: inline-block; width: 20px; height: 10px;"></span> Parcelle cadastrale</p> <p><b>Parcelles culturales</b></p> <p><span style="background-color: #00FF00; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Autre culture</p> <p><span style="background-color: #00FF00; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Cucurbitacées</p> <p><span style="background-color: #8B4513; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> Friche</p> <p><b>Plantes-hôtes réservoirs</b></p> <p><u>Bringellier marron</u></p> <p><span style="background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, red 2px, red 4px); display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Risque fort</p> <p><span style="background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, red 2px, red 4px); display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Risque moyen</p> <p><span style="background: repeating-linear-gradient(-135deg, transparent, transparent 2px, red 2px, red 4px); display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Risque faible</p>	<p><b>Réseau de surveillance</b></p> <p><span style="color: blue;">●</span> Dispositif</p> <p><b>Réseau de piégeage de masse</b></p> <p><span style="color: yellow;">★</span> Piège</p>	<p><b>Hydrographie</b></p> <p><span style="color: blue;">---</span> Cours d'eau non pérenne</p> <p><span style="background: radial-gradient(circle, blue 1px, transparent 1px); background-size: 4px 4px; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Retenue collinaire</p> <p><b>Voiries</b></p> <p><span style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px;"></span> Chemin</p> <p><span style="border-bottom: 3px double black; display: inline-block; width: 20px;"></span> Route communale</p>
---	---	---

**Carte 2 :** Exploitation d'Eddy BARRET

### 3.2- Zones en Agriculture Biologique

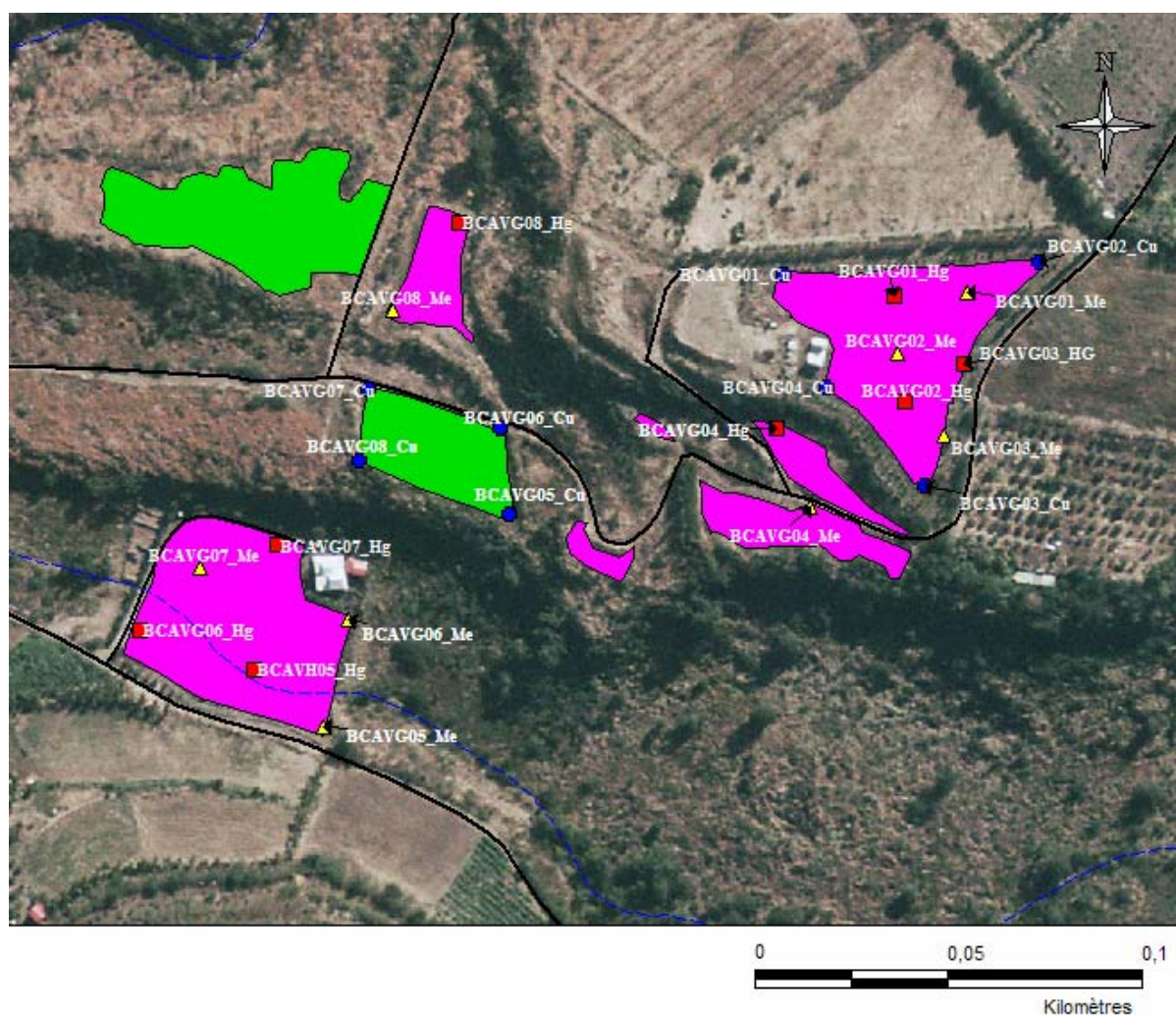
Concernant la cartographie des quatre fermes certifiées en Agriculture Biologique elle illustre pour chacun d'entre elles les différentes parcelles culturales ainsi que l'emplacement des pièges avec les différents attractifs.

Le réseau de surveillance étant couplé à celui du piégeage de masse, l'effectif des dispositifs est plus important que celui mis en place au sein des exploitations dites conventionnelles. Par ailleurs l'emplacement des dispositifs ne tient pas compte de la superficie des parcelles mais des cultures et plantes-hôtes présentes sur l'exploitation.

La mise en place de pièges au Cue-lure chez les exploitants Valérie et Alexis GAZZO au niveau des vergers découle de leur intention d'intercaler des cultures de Cucurbitaceae entre les rangs de manguier.



## → Exploitation de Boucan-Canot

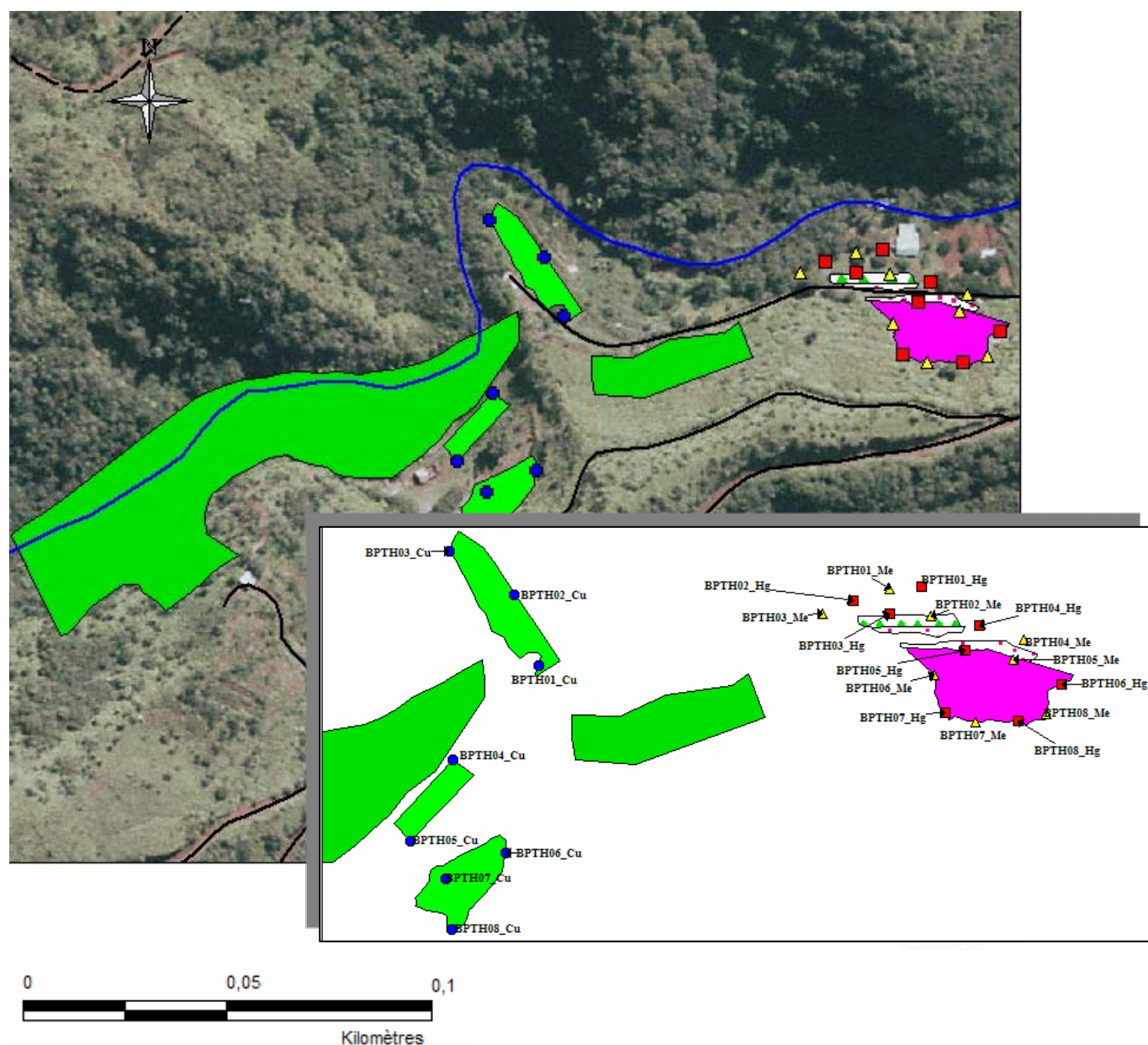


### Légende

Parcelles culturales	Réseau de piégeage	Hydrographie
<span style="color: green;">■</span> Autre culture	<span style="color: yellow;">▲</span> Méthyl-Eugenol	<span style="color: blue;">---</span> Cours d'eau non pérenne
<span style="color: magenta;">■</span> verger	<span style="color: blue;">●</span> Cue-lure	<b>Voiries</b>
	<span style="color: red;">■</span> Huile de gingembre	<span style="color: black;">—</span> Chemin

**Carte 3 :** Exploitation de Valérie et Alexis GAZZO

## → Exploitation de Bras-Panon



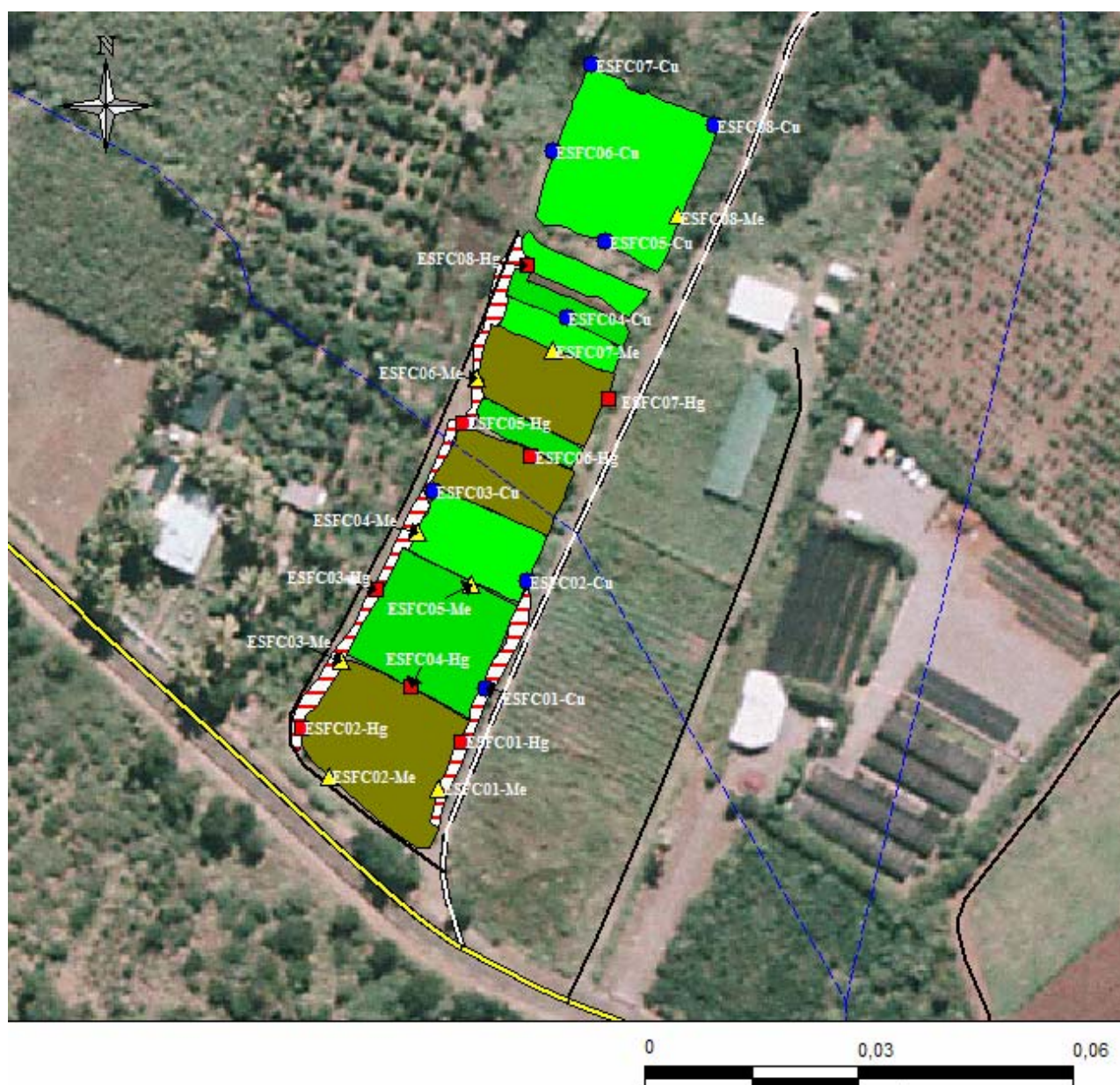
### Légende

Parcelles culturales	Réseau de piégeage	Hydrographie
<ul style="list-style-type: none"> <li>Autre culture</li> <li>Cucurbitacées</li> <li>Verger</li> </ul>	<u>Nature des pièges</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Methyl-Eugenol</li> <li>Cue-lure</li> <li>Huile de gingembre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cours d'eau non pérenne</li> <li>Cours d'eau pérenne</li> </ul>
<b>Plantes-hôtes/réservoirs</b> <u>Govavier</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Risque moyen</li> </ul> <u>Letchi</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Risque moyen</li> </ul>		<b>Voiries</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Chemin</li> <li>Sentier</li> </ul>

**Carte 4 :** Exploitation de Thierry HUBERT



## → Exploitation de l'Etang-Salé



### Légende

Parcelles culturales	Réseau de piégeage	Hydrographie
<ul style="list-style-type: none"> <li>Autre culture</li> <li>Cucurbitacées</li> <li>Friche</li> </ul>	<p>Nature des différents attractifs</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Méthyl-Eugenol</li> <li>Cue-lure</li> <li>Huile de gingembre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cours d'eau non pérenne</li> </ul>
<p>Plantes-hôtes/réserveur</p> <p>Margozé</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Risque moyen</li> </ul>		<p>Voiries</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Chemin empierré</li> <li>Chemin</li> <li>Route départementale</li> </ul>

**Carte 5 :** Exploitation de Fabrice CALETARD



## → Exploitation des Colimaçons



### Légende

Parcelles culturales	Réseau de piégeage	Hydrographie
<ul style="list-style-type: none"> <li>Autre culture</li> <li>Cucurbitaceae</li> <li>Verger</li> </ul>	<p><u>Nature des différents attractifs</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Méthyl-Eugenol</li> <li>Cue-lure</li> <li>Huile de gingembre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cours d'eau non pérenne</li> </ul>
Plantes-hôtes/réserve	Voiries	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chemin</li> <li>Route communale</li> <li>Route départementale</li> <li>Route des Tamarins</li> </ul>	

**Carte 6 :** Exploitation de Julie BOISSIERE

## 4- Le réseau de surveillance

### 4.1- Les modalités de mises en place du réseau de surveillance

#### 4.1.1- Dispositif de piégeage

##### *Zones en conventionnelles*

Les exploitations conventionnelles doivent dans un premier faire face au problème des mouches des cucurbitacées ; les cultures de cucurbitacées occupant une place non négligeable dans les pratiques agricoles réunionnaises.

Pour la première année du projet, le réseau de surveillance ne prend en compte que les mouches des légumes. Les pièges intégrés dans le réseau de surveillance seront constitués uniquement de pièges au Cue-lure mélangé à un insecticide. Le nombre de piège pour chaque site pilote est approximativement de 1 piège pour 5 hectares.

Pour la deuxième année le réseau de surveillance s'appliquera aux mouches des fruits et fera donc intervenir d'autres systèmes de piégeage.

On retient alors pour les différents sites :

- 10 pièges sur Petite-île qui représente une superficie totale en parcelles cultivées 50 hectares ;
- 6 pièges sur la commune de l'Entre-Deux avec une superficie totale en parcelles cultivées près de 9 hectares ;
- 3 pièges qui seront disposés sur le site de Salazie qui représente 5 hectares de surface totale cultivées.

Pour le cas de Salazie, l'effectif proposé est issu d'un compromis fait entre les chercheurs du Cirad-3P et les ingénieurs de la Chambre d'Agriculture. Cette commune présente en effet, en termes de parcelles cultivées, sur lesquelles est appliqué le projet GAMOUR, des superficies relativement inférieures à celles rencontrées sur les deux autres sites pilotes.

Les relevés des contenus des pièges sont réalisés par des techniciens du Cirad et la Chambre d'Agriculture.

Le réseau de surveillance sera mis en place dès le début du mois de septembre sur les différents sites retenus par le projet.

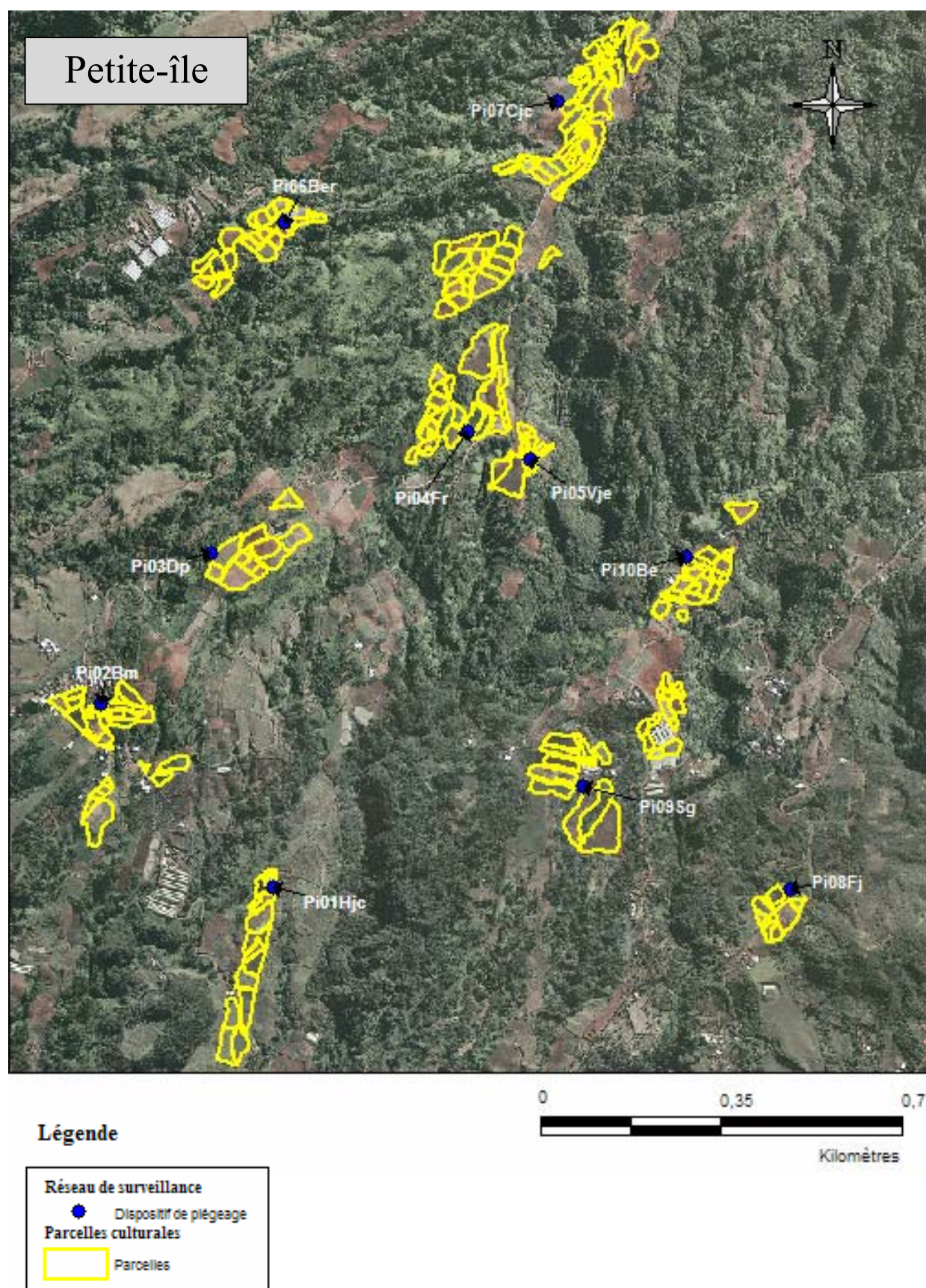
### **→ Site de Petite-île**

L'espace cultural représenté sur la carte de Petite-île (**Carte 6**) couvre une superficie de 50 hectares. Sa réalisation intègre l'analyse de photographie aérienne au 1/10000 et les informations issues d'une étude de terrain menée sur une période de quatre mois.

Le SIG comprend ici deux couches représentant pour la première les limites des parcelles culturales qui intègrent le programme de lutte et la seconde, indiquant l'emplacement des dispositifs de surveillance à mettre en place. Le SIG présenté n'a pas retenu les données hydrographiques ainsi que la trame « voirie » et le parcellaire foncier.

Ces derniers seront cependant pris en considération dans la cartographie individuelle des exploitations ce qui permettra d'obtenir une idée plus précise des actions à mettre en œuvre.





**Carte 6:** Emplacement du dispositif de piégeage sur le bassin maraîcher de Petite-île (Piton Bloc et Domaine du relais

## **→ Entre-Deux**

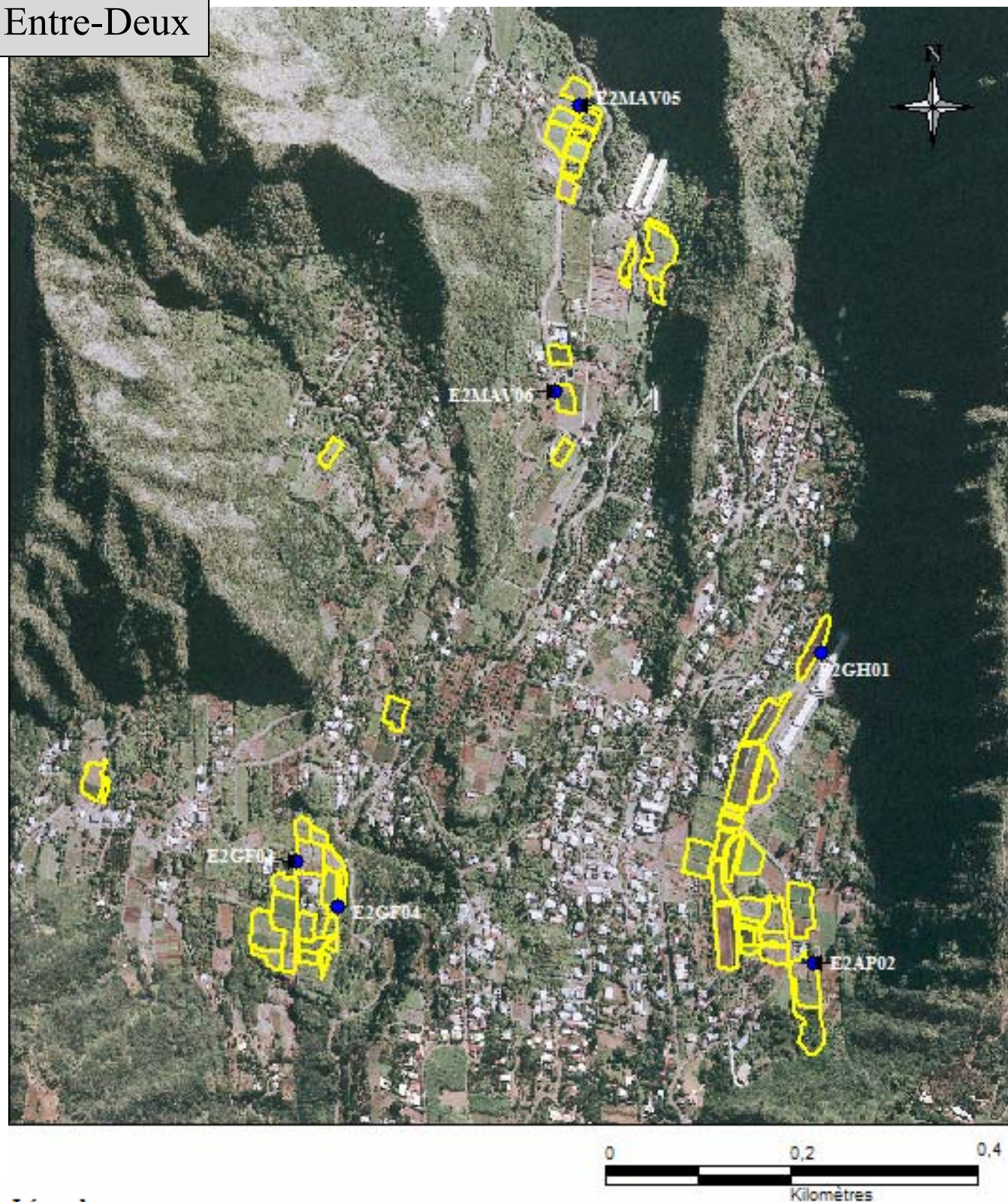
La **carte 7** présente l'emplacement de dispositifs de surveillance la commune de l'Entre-Deux. Ce document est présenté comme un outil d'aide à la décision.

La carte est issue d'un SIG élaboré dans le cadre du projet GAMOUR qui vise à réduire voire éradiquer les populations des mouches de légumes. La carte du réseau de surveillance est destinée à la gestion des activités qui seront menées par les équipes du Cirad et de la Chambre d'agriculture principalement.

Les parcelles culturales de l'Entre-Deux couvrent une superficie totale de près de 9 hectares. Cette carte illustre les dispositifs de piégeage, inclus dans le réseau de surveillance.

Tout comme les réseaux de surveillance à mettre en place aussi bien dans les sites conventionnels que dans les fermes « AB », à chaque piège est attribué un code (**Figure 12**). Cette codification fait l'objet d'une explication.





### Légende

#### Réseau de surveillance

● Dispositif de piégeage

#### Parcelles culturales

□ Parcelle

**Carte 7:** Emplacement du dispositif de piégeage sur la commune l'Entre-Deux

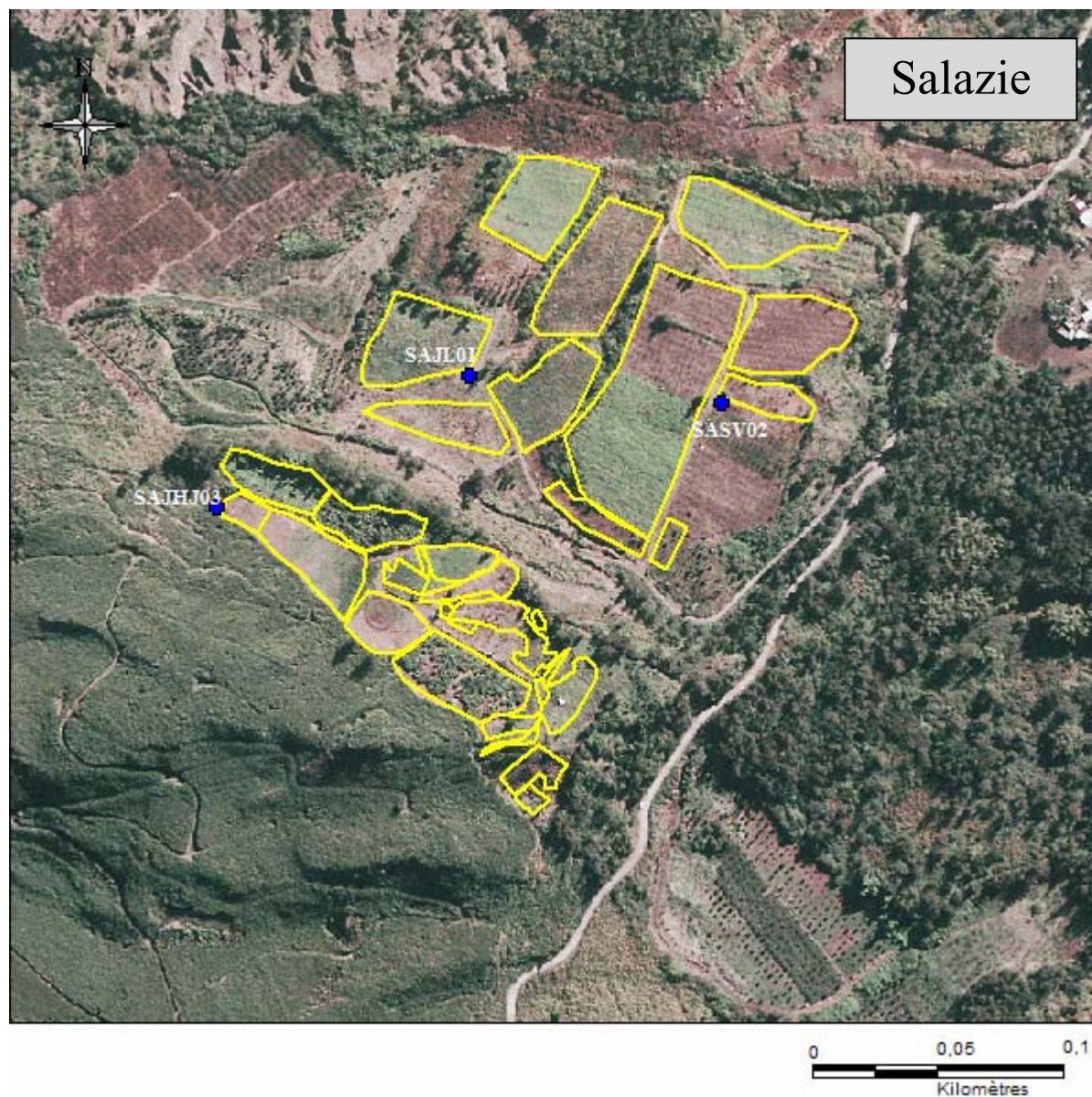
## **→ Salazie**

La **carte 8** présente l'emplacement du réseau de surveillance qui sera mis en place sur le site de Salazie. Il est déjà possible de constater que la superficie des exploitations intégrées dans le projet GAMOUR est largement inférieure à celle observée sur les sites de l'Entre-Deux et de Petite-île. A ces dispositifs de piégeage intégrés au réseau de surveillance s'ajoutent d'autres techniques de suivi, telles que les collectes de fruits et légumes piqués et la mise en place d'un couple de placette de référence.

La superficie totale des parcelles cultivées s'élève à 49192 mètres carré soit près de 5 hectares. Le projet regroupe dans ce secteur deux agriculteurs qui sont les seuls à l'heure actuelle, à adhérer au programme de gestion agroécologique des cultures de Cucurbitaceae.

Le projet étant au début de sa phase de lancement, aucune autre adhésion n'est envisagée.





**légende**

Réseau de surveillance	
<span style="color: blue;">●</span>	Dispositif
Parcelles culturales	
<span style="border: 2px solid yellow; display: inline-block; width: 20px; height: 10px;"></span>	Parcelle

**Carte 8 :** Emplacement du dispositif de piégeage sur « Mare à Poule d'eau » à Salazie



## **Zones en Agriculture Biologique**

Le système de surveillance est associé dans le cas des quatre fermes « AB » au dispositif de piégeage de masse compris dans le paquet technique du projet GAMOUR.

Le réseau de surveillance fait intervenir la mise en place de système de piégeage. Pour ce qui est des fermes « AB », l'usage de trois types de phéromones est nécessaire : Cue-lure, Méthyl-Eugenol et le Trimed-lure ou l'huile de gingembre. Ces différentes particules agissent toutes trois en complémentarité et permet ainsi un suivi adapté des populations des mouches « des fruits » et « des légumes ». Aucun insecticide ne sera utilisé.

Le Cue-lure est un attractif sexuel et est efficace principalement contre 2 des 3 espèces de mouches des légumes : *B. cucurbitae* et *D. demmerezi*. En revanche, le Cue-lure n'agit pas contre *Dacus ciliatus*, d'où l'intérêt de mettre au point d'autres procédés. Ainsi, les collectes des fruits sur l'exploitation viennent compléter le dispositif de piégeage dans un souci de réduire de façon notable, les foyers de prolifération de ces insectes. Cette méthode permet qui plus est, d'évaluer les populations de *Dacus ciliatus*. Le Méthyl-Eugenol est aussi un attractif sexuel mais efficace sur les populations de *Bactrocera zonata*. Enfin, le Trimed-lure participe au suivi des populations des mouches des fruits principalement à celui des *C. rosa* et *C. capitata* décrites en annexe 1. Cependant, Le Trimed-lure a depuis peu été remplacé par de l'huile essentielle de gingembre qui semble présenter les mêmes spécificités.

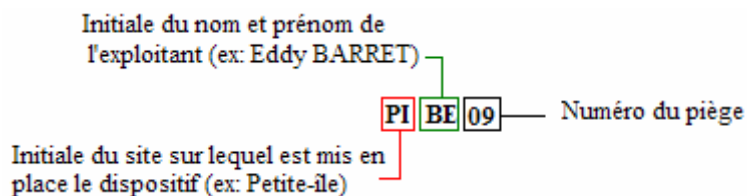
Chacune des exploitations présentant une superficie moyenne de 1 hectare, accueillera près d'une cinquantaine de pièges. Ces pièges seront fixés sur des fers à béton à une hauteur comprise entre 1m et 1,20m.

Au cours de ce prélèvement il est important de spécifier les différents fruits ou légumes ramassés. La mise en place de couple de placettes de référence ne sera donc pas effective pour ces sites.

### *La codification des pièges du réseau de surveillance*

L'identification de chaque piège est présentée sous forme de code barre qui permettra de faciliter la reconnaissance lors des relevés de terrain des différents dispositifs distribués sur l'ensemble des sites pilotes retenus par le projet GAMOUR. En effet, un code est attribué à chacun des pièges situé sur les sites pilotes conventionnels et en Agriculture Biologique.

Pour les sites en conventionnelle, la codification est sous forme d'abréviation rassemblant le nom du site pilote sur lequel est implanté le piège, les initiales de l'exploitant et un numéro (**Figure 12**).



**Figure 12:** Représentation de la codification des pièges du réseau de surveillance pour les différents sites pilotes

La codification pour les sites en Agriculture Biologique repose sur le même principe que celui utilisé par les zones conventionnelles. Le réseau de surveillance couplé au réseau de piégeage de masse fait intervenir plusieurs types d'attractifs. Ainsi l'attractif utilisé dans chaque piège sera précisé en fin de codage. Par exemple, pour un piège au Cue-lure, la codification « BCAVG01-Cu ». Le codage des différents types d'attractif est précisé dans le tableau suivant.

La codification employée sur les zones en conventionnelles et les fermes en Agriculture Biologique est présentée dans le **tableau 6**.

# Codification des dispositifs de surveillance

## Sur les différents sites pilotes

### Exploitations conventionnelles

Sites pilotes	CODE
Entre-Deux	E2
Petite-île	PI
Salazie	SA

### Fermes certifiées "AB"

Fermes	CODE
Etang-Salé	ET
Boucan-Canot	BC
Bras-Panon	BP
Colimaçons	CO

Exploitants	CODE
BARRET Eddy	BE
BARRET Eric	EB
BARRET Miko	MB
DIJOUX Patrice	PD
FOLIO Daniel	DF
FOLIO Johny	JF
FONTAINE Roville	RF
HOAREAU Jean-Claude	JCH
HOAREAU Guy-René	GRH
ROBERT Jean-Claude	JCR
NATIVEL Jean-Yves	GF*
PAYET Alain	AP
PAYET Dany	GF*
VITRY Marc-André	MAV
HOAREAU Gilbert	GH
JASMIN Jean-Hugues	JHJ
LEGER Jocelyn	JL
VICTOIRE Sergio	SV

Exploitants	CODE
BOISSIERE Julie	JB
CALPETARD Fabrice	FC
GAZZO Alexis et Valérie	AVG
HUBERT Thierry	TH

Types de piège	CODE
Cue-lure	Cu
Huile de gingembres	Hg
Methyl-Eugenol	Me

\* Le nom de l'exploitant n'a ici pas été pris en compte. Les initiales indiquées correspondent au quartier dans lequel se localisent l'exploitation

**Tableau 6 :** Codification des différents dispositifs de surveillance mis en place sur les différents sites conventionnels et les zones en Agriculture Biologique.

#### **4.1.2- Collecte des fruits piqués**

La collecte des légumes participe aux actions de surveillance des populations de mouches. Sa mise en place nécessite la mise en œuvre d'un protocole détaillant les méthodes de collecte. Ce protocole décrit la fréquence à laquelle est réalisée la collecte, la quantité de légumes à relever, etc.

Pour chaque ferme AB, deux espèces de fruits sont à ramasser, une piquée par les mouches « des fruits » et l'autre par les mouches « des légumes ». Selon leur disponibilité tout au long de l'année, les espèces de fruits choisies doivent être constantes pour se servir de référence à elles mêmes. Ces collectes (1 fois toutes les 2 semaines) seront couplées aux prélèvements mis en place pour le suivi du parasitisme (P4 du SP5).

Pour les exploitations dites « conventionnelle », un « calendrier de récolte » devra être mis en place. La collecte des fruits aura lieu une fois parallèlement aux relevés des pièges (intégrés au réseau de surveillance).

La finalité de cet outil est de parvenir à dégager un certain nombre d'indicateurs permettant de déterminer, après, une phase d'étude au laboratoire, l'évolution des populations de mouches et de parasitoïdes. L'objectif est d'avoir une donnée de nombre de pupes et adultes par kilogramme de fruit sur un site donné tout au long de l'étude.

#### **4.1.3- Couple de placettes de références en zones conventionnelles**

Dans chaque site pilote, un couple de placettes de références sont mises en place. Les placettes de référence se définissent par des petites parcelles (quelques dizaines de m<sup>2</sup>) de culture sur lesquelles sont plantées toute l'année des courgettes. Une d'entre elles sera placée « *in-situ* », la seconde située hors de la zone pilote à distance des parcelles cultivées d'environ 1 kilomètre. Seule la partie « *in-situ* » est protégée par le dispositif SP5. Sur ces deux parcelles seront récoltées deux données : observation des adultes, collecte des fruits piqués.

Ce procédé rejoint les outils de surveillance mis en place et sera fonctionnel dès le début du mois de septembre. Il permettra ainsi aux techniciens de terrain d'obtenir des

informations sur l'évaluation des dégâts générés sur les cultures de cucurbitacées, sur les différentes espèces de mouches qui évoluent au cœur des exploitations ainsi que sur l'efficacité de la protection des cultures contre les ravageurs. L'emplacement des deux placettes de référence par site pilote devrait être défini pour début septembre.

#### **4.2- Exploitations des données de surveillance**

Chaque visite de terrain sera ponctuée par le remplissage d'une fiche (**Figure 13**) de suivi sur laquelle seront retranscrites toutes les informations recueillies pendant la visite de terrain. Les éléments collectés seront par la suite analysés, traités et transmis à l'Observatoire des Impacts.

Les intérêts de la mise en place de cet Observatoire des impacts GAMOUR seront exposés dans la prochaine partie du rapport.

## Dispositifs de surveillance GAMOUR des sites pilotes

### Fiche de collecte sur le terrain

Date de relevé:  
Nom du technicien:

Site pilote : Petite-île

Identifiant	Systèmes de collecte			
	pièges au Cue- lure	Collecte de fruits <sup>1</sup> (Nbr de fruits récoltés)	Collecte de courgette <sup>2</sup> (placettes de référence)	
			En zone	Hors zone
Placette 1			<input type="checkbox"/>	
Placette 2				<input type="checkbox"/>
Pi01Hjc	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Pi02Bm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Pi03Dp	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Pi04Fr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Pi05Vje	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Pi06Ber	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Pi07Cjc	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Pi08Fj	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Pi09Sg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Pi10Be	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>			

Observations  
annexes:

(<sup>1</sup>) Pour cette méthode, 5 à 10 fruits maximum devront être ramassés

(<sup>2</sup>) 4 fruits seront récoltés sur chacune de ces placettes de référence

**Figure 13 :** Fiche de collecte des données sur le terrain pour les dispositifs du réseau de surveillance

#### 4.3- Tableau récapitulatif du réseau de surveillance

	Fermes AB	Salazie	Entre Deux	Petite Ile
Nombre et types de pièges	96 « bouteilles »	3 Takamaka	6 Takamaka	10 Takamaka
Attractifs	8 CL, 8ME, 8 ginger oil par ferme	Cue-lure + insecticide		
Collectes fruits	5-10	10	4 + 4	4 + 4
Quel fruit ?	Piqué, selon dispo.	Chouchou piqué	Courgettes sur placettes de références	
Où collecter ?	Chaque ferme	Répartir entre exploitations	Exploitations de référence	
Fréquence relevés	1 / 2 semaines	Pièges : hebdomadaire ; collectes : hebdomadaire si possible		
Qui relève ?	Agriculteurs, Chambre d'Agriculture et CIRAD	Chambre d'Agriculture et Vivéa	Techniciens CIRAD	
Traitement captures	Techniciens CIRAD			
Mise en place pièges	2-3/09/09	25/08/09	24/08/09	24/08/09
Mise en place placettes	NA		Exploitations de référence	
Matériel complémentaire	1000 boites plastiques 100 fers à béton	20 fers à béton + 50 boites plastiques conditionnement temporaire mouches (Salazie)		

## **PARTIE IX : DISCUSSION**

### **1- Le réseau de surveillance : complémentarité et cohérence**

#### **1.1- La particularité du projet à La Réunion : la mise en place de parcelles de référence**

La particularité du projet agroécologique réunionnais repose sur la mise en place d'un couple de placette de référence dont les objectifs de mises en fonction ont été décrits dans les parties précédentes (Cf. PARTIE V. 4).

C'est la première fois qu'un réseau de surveillance des populations de Mouches des légumes est intégré dans un projet de gestion agroécologique.

#### **La complémentarité des trois dispositifs du réseau de surveillance**

Le réseau de surveillance est un dispositif mis en place en amont du paquet technique SP5 du projet GAMOUR afin de suivre les populations locales des Mouches fruits et des légumes au sein des sites pilotes. Il est l'un des indicateurs d'évaluation du projet.

Il comprend 3 outils de mesure :

- a. un dispositif de piégeage ;
- b. la collecte des fruits piqués ;
- c. La mise en place d'un couple de placettes de référence.

Il est important de comprendre l'intérêt et la complémentarité des trois dispositifs qui sont mis en place dans le cadre du suivi des populations des mouches. En effet, chaque dispositif permet d'obtenir des informations supplémentaires qu'un dispositif seul ne pourrait pas apporter.



Concernant les dispositifs de piégeage, trois types d'attractifs sexuels sont utilisés : le Cuelure, le Méthyl-Eugénol et l'huile de gingembre.

Les pièges au Cue-lure sont destinés principalement à la capture des mâles de certaines espèces de mouches dont « *Bactrocera Cucurbitae* » et « *Dacus Demmerezi* ». La densité moyenne optimale est de 1 à 2 pièges paraphéromonaux (ici le Cue-lure) par hectare. Pour les attractifs Méthyl-Eugénol et l'Huile de gingembre, ils sont destinés à la capture de certaines espèces de Mouches des fruits. Pour une efficacité optimale de chaque type de piège, il convient de respecter une distance minimale lorsque ces différents attractifs sont utilisés sur une même exploitation. En effet, il peut exister des interactions entre les attractifs où certaines phéromones peuvent avoir un pouvoir attractif plus élevé que d'autres.

Les attractifs proposés n'ont aucun effet sur une espèce de mouches des Cucurbitaceae, *Dacus ciliatus*. Ainsi, on peut comprendre l'intérêt de mettre au point des dispositifs de suivi complémentaires tels que :

- La collecte des fruits et légumes piqués
- La mise en place d'un couple de placettes de référence sur lesquelles des observations des populations de mouches pourront se faire.

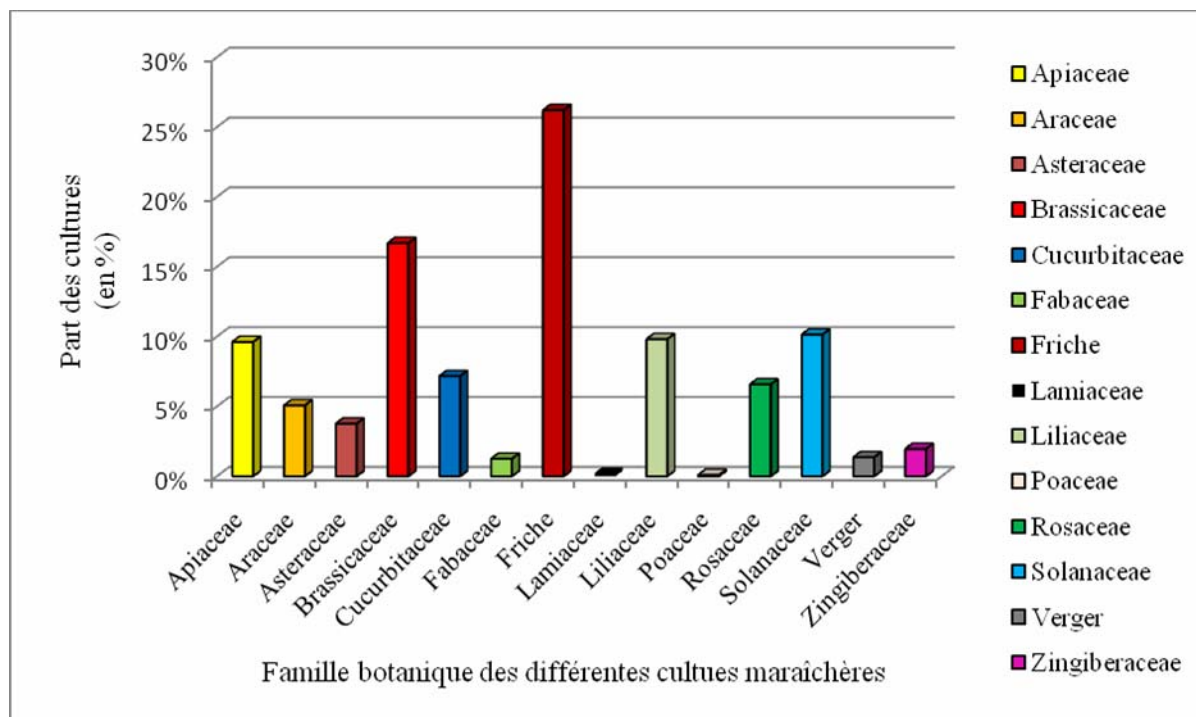
Ces dispositifs permettront d'évaluer les populations de *Dacus ciliatus* présentes sur chaque site pilote en évaluant notamment le nombre de pupes et adultes par kilogramme de fruits piqués prélevés sur le couple de placettes de référence. Ainsi, chaque outil du réseau de surveillance apportera sa contribution à une surveillance et un suivi efficace des populations de mouches dans le temps.

## **Les plantes cultivées et non-cultivées**

### ***1.3.1- Adaptation du réseau de surveillance au contexte des différents sites***

La mise en place du réseau de surveillance a dû s'adapter aux spécificités de chaque territoire concerné par les actions mises en place dans le cadre du projet GAMOUR. Ceci a consisté à mettre des pièges dans des zones où les cultures de cucurbitacées étaient importantes..

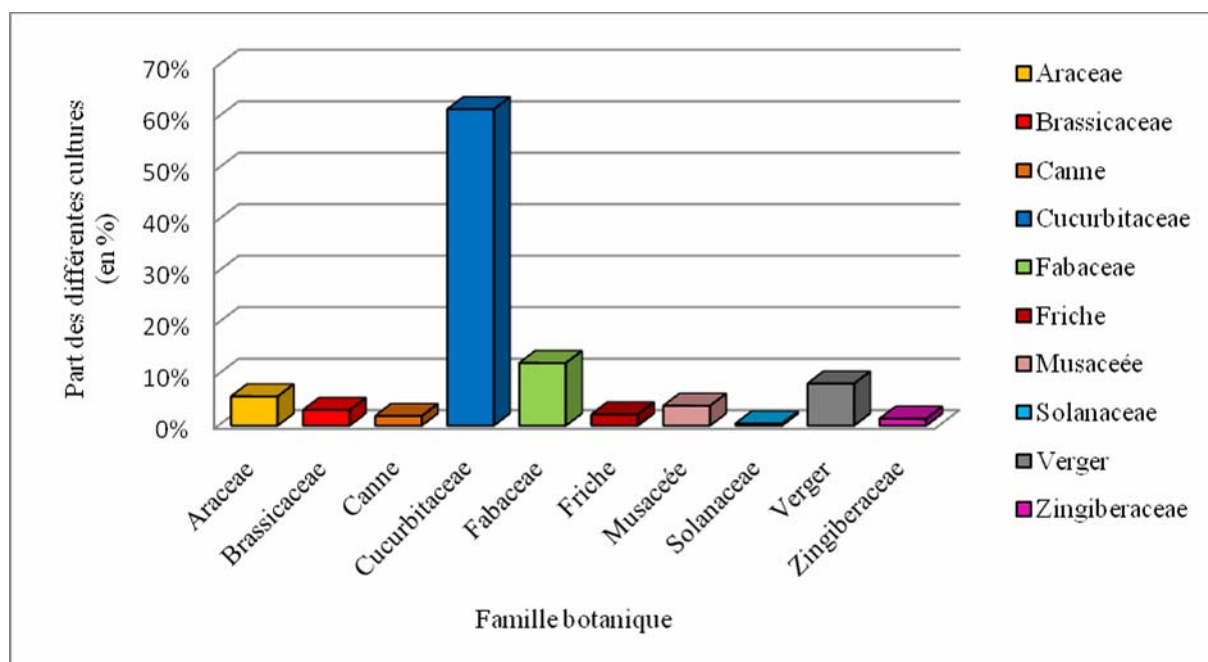
### Les cultures dominantes



**Figure 14 :** Evaluation de la part des différentes cultures maraîchères au sein des exploitations de Petite-île

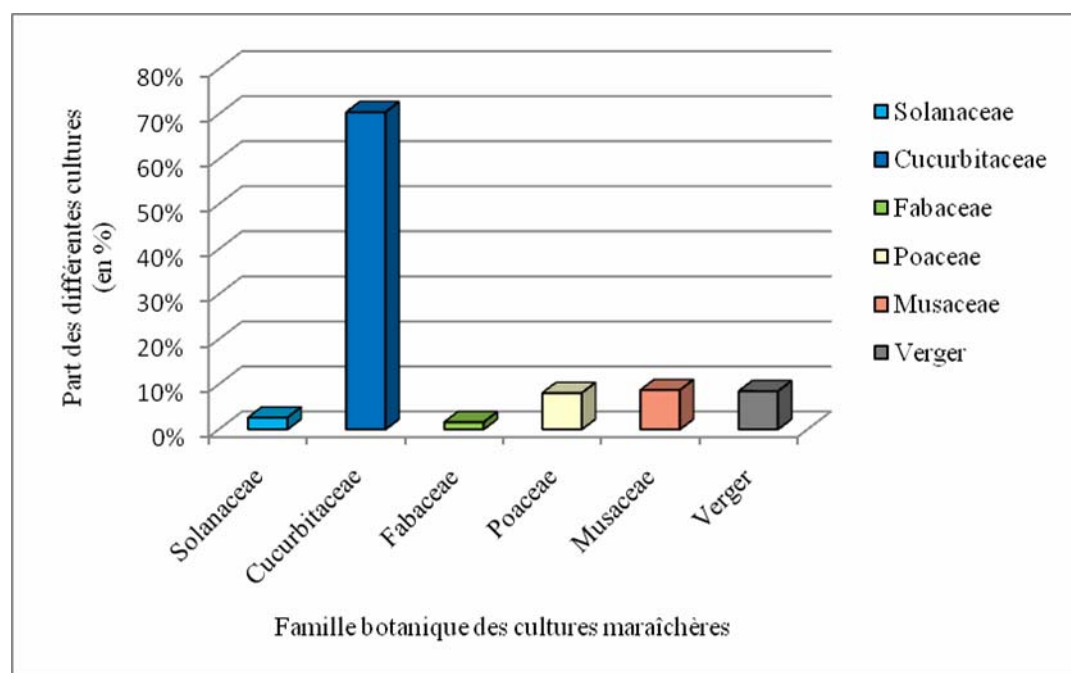
L'évaluation de la part des différentes cultures a été faite en divisant la superficie totale de chaque parcelles présentant la chaque famille botanique par la superficie totale des exploitations de la commune de Petite-île.

La **figure 14** fait état de la dominance des cultures de Brassicaceae. En ce qui concerne la prépondérance des espaces de friche au sein des exploitations, ces derniers se préparent pour la plupart d'entre eux à recevoir des semis de Cucurbitaceae. En effet, lors des entretiens réalisés auprès des agriculteurs adhérents au projet GAMOUR, il s'est avéré que nombreux d'entre eux avait réduit leur surface de culture de Cucurbitaceae en raison des dégâts générés par les Mouches des légumes. Néanmoins, en vue de la mise en application du programme agroécologique, ces acteurs veulent croire en la réussite du projet et se prêtent volontiers aux recommandations fixées.



**Figure 15 :** Evaluation de la part des différentes cultures maraîchères au sein des exploitations de l'Entre-Deux

En ce qui concerne la commune de l'Entre Deux (**Figure 15**), la part des Cucurbitaceae est largement supérieure aux autres cultures, soit 61%. L'enjeu du projet GAMOUR sur ce territoire où l'économie agricole se fonde sur une culture principale est donc majeur. Malgré un certain scepticisme perçu au cours des entretiens, les agriculteurs de l'Entre-Deux espèrent arriver, d'ici quelques années, à des réductions notables des pertes générées par les Mouches des légumes.



**Figure 16 :** Evaluation de la part des différentes cultures maraîchères au sein des exploitations de Salazie

La commune de Salazie présente tout comme la commune de l'Entre-Deux une importante part des Cucurbitaceae avec 70% des superficies consacré à cette culture (**Figure 16**).

La part des cultures dominantes pour les fermes AB n'a pas été évaluée au vue de la faible importance de ces cultures au sein des différentes fermes

#### *La part des cucurbitacées dans les exploitations en conventionnel*

Le **tableau 7** montre la part des cultures de Cucurbitaceae pour les différents sites pilotes. Pour certains des exploitants, aucune culture de Cucurbitaceae n'est présente. Toutefois, leur adhésion au projet GAMOUR réside dans leur intention de mettre en place des cultures de Cucurbitaceae d'ici le mois de septembre.

La part des cucurbitacées pour les fermes AB n'a pas été évaluée au vue de la faible importance de ces cultures au sein des différentes fermes

**Tableau 7 : Evaluation des part de Cucurbitaceae dans les trois sites pilotes sélectionnés (Petite-île, Entre-Deux et Salazie)**

	Exploitant	Superficie des cultures de <i>cucurbitaceae</i> /exploitation (en m <sup>2</sup> )	Superficie totale des autres cultures <sup>1</sup> (en m <sup>2</sup> )	Superficie totale des exploitations (en m <sup>2</sup> )	Part des <i>cucurbitaceae</i> / Exploitation (en %)
Petite-île	BARRET Eddy	3274	22727	26001	1%
	BARRET Eric	1679	27427	29106	0%
	BARRET Gathien	8993	10224	19217	2%
	BARRET Miko	0	23862	23862	0%
	CORRE jean-Claude	0	29789	29789	0%
	Dijoux Patrice	0	35794	35794	0%
	FOLIO Daniel	1324	27271	28595	0%
	FOLIO Johny	0	13954	13954	0%
	FONTAINE Roville	0	42536	42536	0%
	HOAREAU Guy-René	0	16197	16197	0%
	HOAREAU Jean-Claude	8390	28434	36824	2%
	PAYET Jean François	2499	11966	14465	1%
	ROBERT Jean-Claude	2742	29396	32138	1%
	Simon	0	43255	43255	0%
	SORRES Alix	5425	36267	41692	1%
	SORRES Gérard	0	44022	44022	0%
	VOLRY Jean Ello	381	6249	6630	0%
	<b>TOTAL</b>	<b>34707</b>	<b>449370</b>	<b>484077</b>	<b>7%</b>
Entre-Deux	DIJOUX Edward	4299	456	4755	5%
	HOAREAU Gilbert	19912	5823	25735	23%
	NATIVEL Jean-Yves	612	4868	5480	1%
	PAYET Alain	4108	3421	7529	5%
	PAYET Christian	3614	4261	7875	4%
	PAYET Dany	16444	0	16444	19%
	PAYET Nicol	2175	4757	6932	3%
	VITRY Georges	0	4946	4946	0%
	VITRY Marc André	1665	4973	6638	2%
	<b>TOTAL</b>	<b>52829</b>	<b>33505</b>	<b>86334</b>	<b>61%</b>
Salazie	VICTOIRE Sergio	32040	14537	46577	69%
	LEGER Josselin	2615	0	2615	1%
	<b>TOTAL</b>	<b>34655</b>	<b>14537</b>	<b>49192</b>	<b>70%</b>

### ***1.3.2. Différenciation des plantes-hôtes réservoirs sur les différents sites***

Les observations effectuées sur le terrain permettent de distinguer deux principales plantes-hôtes réservoirs observées sur les sites pilotes dont, le bringellier marron et le margoze sauvage. Ces plantes constituent des espaces à risque d'infestation de mouche au sein deux sites pilotes pris en compte (l'Entre-Deux et Petite-Ile).

Le risque de prolifération des mouches à partir du bringellier marron est négligeable puisque le projet GAMOUR fixe ses actions de lutte sur les Mouches des Cucurbitaceae. Toutefois, des recommandations seront à faire si le projet s'étend à la gestion des mouches des fruits dans les zones conventionnelles, car le bringellier marron est essentiellement sujette aux attaques des mouches des fruits. Pour ce qui est de la commune de Petite-Ile, le problème des plantes réservoirs est majeur. On peut en effet observer l'omniprésence de bringelliers marron et de chouchou sauvage sur l'ensemble du site. Ces espèces envahissent les espaces avoisinant les cultures et les ravines, et représentent donc de véritables foyers de développement des ravageurs considérés.

Le margoze sauvage est également une plante qui accroît les risques de prolifération des mouches des Cucurbitaceae. Cette espèce est par ailleurs la plus représentative sur le site de l'Entre-Deux. L'espèce, non cultivée se retrouve généralement en bordure des exploitations. Un entretien régulier des parcelles permettrait de d'éviter la prolifération de cette espèce et de diminuer la densité de l'espèce en bordure.

Des exceptions ont cependant été observées et impliquent lors des visites de terrain une sensibilisation auprès des agriculteurs qui souhaitent véritablement s'investir dans le projet GAMOUR.

### ***1.3.3. Discontinuité des zones pilotes : présence d'exploitations intermédiaires non adhérentes au projet***

On remarque après analyse de la cartographie générale du réseau de surveillance des discontinuités au niveau des espaces adhérents. En effet, la présence d'exploitations intermédiaires a été observée lors des relevés de terrain. Ces dernières ne représentent cependant pas de menace en termes de foyers potentiels de développement des ravageurs.

Leur non-adhésion au projet GAMOUR ne résulte pas d'un refus des agriculteurs à s'engager dans le programme. Ces exploitations ne présentent aucune culture de Cucurbitaceae et n'envisagent pas de mettre en place, dans les trois à venir, des cultures de cucurbitacées.

## **2- L'intérêt des données de surveillance pour l'Observatoire des impacts**

### **2.1- L'Observatoire des impacts**

L'objectif premier de cet Observatoire est de suivre l'impact du programme, en particulier par l'évolution des pratiques culturales et des populations de mouches.

Il formalise le suivi et l'évaluation des actions du projet GAMOUR d'une part, en définissant un cadre de travail commun aux différents partenaires pour obtenir un suivi homogénéisé et d'autre part, de permettre une capitalisation de l'information. Il devra par la suite contribuer à « soutenir » les deux dimensions clés de la gestion agroécologique des Mouches des légumes (Roche, 2009):

- Gestion collective et territoriale (bassin de production)
- Un suivi continu (logique préventive vs curative)

## 2.2- Les indicateurs de suivi des populations de mouches sur les sites pilotes

Les informations recueillies sur le terrain seront transmises à l'Observatoire des Impacts ; Il aura pour charge d'analyser et de restituer les informations aux principaux acteurs du projet. Des fiches de suivis de terrain (**Figure 17**) et d'analyse au laboratoire (la collecte des fruits piqués) permettront de dégager plusieurs indicateurs de suivi tels que :

- Le nombre de mouches recueillies dans les dispositifs de piégeage sur chaque site pilote sélectionné. Cette donnée comprend en compte l'espèce et le sexe des mouches capturés pour chaque piège du réseau de surveillance mis en place ;
- Le nombre de pupes et d'adultes présents dans les fruits piqués collectés sur le couple de placettes de référence.
- Le nombre de parasitoïdes émergeant des fruits piqués collectés sur le couple de placettes de référence.

D'autres indicateurs compléteront les données recueillies grâce au réseau de surveillance et permettront d'évaluer l'efficacité du paquet technique « SP5 », mais aussi les impacts sur la production.



## Dispositifs de surveillance GAMOUR dans les sites pilotes

### Le système de piégeage

Date de relevé:

Site: Petite-Ile

Nom du

technicien:

Type de piège

Cue-lure

Identifiant	Nombre de mouches recueillies par espèces						
	Mouches des Cucurbitaceae			Mouches des fruits			
	Bc	Dc	Dd	Cc	Cr	Nc	Autre
Pi01Be							
Pi02Dp							
Pi03Sg							
Pi04Rjc							
Pi05Vje							
Pi06Be							
Pi07Hjc							
Pi08Bm							
Pi09Rjc							
Pi10Bg							
<b>TOTAL</b>							

Observations :

Bc Bactrocera Cucurbitae  
 Bz Bactrocera Zonata  
 Dc Dacus Ciliatus  
 Dd Dacus Demmerezi  
 Cc Ceratitis Capitata  
 Cr Ceratitis Rosa  
 Nc Neoceratitis cyanescens

**Figure 17 :** Exemple de fiche de suivi des espèces de mouches capturés dans les dispositifs de piégeage du réseau de surveillance

### 3- La restitution des données aux différents acteurs et partenaires du projet

Les données de chaque outil du réseau de surveillance (dispositif de piégeage, collecte des fruits piqués, suivi des populations sur le couple de placettes de référence) seront restituées tous les trois à quatre mois. Destinée aux principaux acteurs du projet (agriculteurs, techniciens, etc.), les données récupérées sur les fiches de suivies feront ainsi l'objet d'une analyse puis sera rendu sous un support d'information adapté (graphiques, cartes, etc.) facilement accessible pour tous.

### 4- Coût du matériel destiné au réseau de surveillance

Le coût des différents attractifs (Cue-lure ou Methyl-Eugenol ou l'huile de gingembre) utilisés aussi bien pour le réseau de surveillance que pour le réseau de piégeage de masse au Cue lure est estimé à 1,70 euros l'attractif. En ce qui concerne les pièges de type Takamaka le prix est de 2,50 euros l'unité ; le fer à béton (8mm) est estimé à 2 euros les 6mètres ; enfin les boîtes en plastique, la valeur de boîtes de stockage qui serviront lors des collectes de fruits est estimée à 0,33 euros l'unité.

### 5- Prévision pour la mise en place du dispositif de « piégeage de masse » (P3 du SP5)

Suite au travail cartographique effectué, il a été possible de positionner le réseau de surveillance et de déterminer le nombre de pièges à mettre sur chaque site pilote. Une étude supplémentaire a été réalisée et permet d'apporter des informations complémentaires quand à la mise en place du piégeage de masse qui intègre le paquet technique SP5. Cette étude permet d'évaluer la mise en place du piégeage de masse (P3 de masse du SP5) pour chaque site pilote. Elle a consisté à déterminer le nombre de pièges à mettre en place. Bien que ce dernier n'intègre pas l'étude proposée, cette partie est une technique connexe au travail exposé dans ce rapport.

Les calculs présentés dans le **tableau 8** pour le site de Petite-Ile comptabilisent 250 pièges qui seront répartis sur les exploitations en fonction des zones d'infestations identifiées,

des superficies des parcelles mais également en fonction de la présence d'exploitations hors-projet à proximité. Le nombre de pièges est estimé en moyenne à 14 pièges par exploitations.

En ce concerne la commune de l'Entre-Deux (**Tableau 9**), un total de 46 pièges a été calculé. Ces derniers seront répartis, comme pour le site de Petite-Ile sur les exploitations en tenant compte des potentielles zones d'infestations mais aussi, des superficies des parcelles et de la présence d'exploitations hors-projet. Le nombre de pièges est estimé en moyenne à 5 pièges par exploitations pour la commune de l'Entre-Deux.

La commune de Salazie comptabilise pour sa part un total de 27 pièges (**Tableau 10**).

L'ensemble des tableaux permettent de dresser les besoins en pièges nécessaires pour la mise en place du réseau de piégeage de masse (P3). L'effectif cumulé des pièges intégré dans l'outil « piégeage de masse » permet de rendre compte de l'importance du projet et conduit à poser la question du coût global de la mise en application d'un réseau de piégeage d'une telle envergure.

**Tableau 8 : Estimation du nombre de pièges nécessaires à la mise en fonction du réseau de « piégeage de masse » sur le site de Petite-île**

<b>Id</b>	<b>Nom de l'exploitant</b>	<b>Situation (Petite-Ile)</b>	<b>Superficie totale_cult (m²)</b>	<b>Superficie (en hectare)</b>	<b>Nombre de pièges nécessaire</b>
<b>1</b>	BARRET Eddy	DR	26001	2,6	13
<b>2</b>	BARRET Eric	PB	30353	3	15
<b>3</b>	BARRET Gathien	PB	19217	2	10
<b>4</b>	BARRET Miko	PB	23862	2,4	12
<b>5</b>	CORRE Jean-Claude	PB	29789	3	15
<b>6</b>	DIJOUX Patrice	PB	35794	4	20
<b>7</b>	FOLIO Daniel	PB	28595	3	15
<b>8</b>	FOLIO Johny	DR	13954	1,4	7
<b>9</b>	FONTAINE Roville	PB	42536	4,3	21
<b>10</b>	HOAREAU Guy-René	PB	16197	2	10
<b>11</b>	HOAREAU Jean-Claude	DR	36824	4	20
<b>12</b>	PAYET Jean-François	DR	14465	1,5	8
<b>13</b>	ROBERT Jean-Claude	PB	21449	2,2	11
<b>14</b>	ROBERT Jean-Claude	DR	10689	1,1	5
<b>15</b>	Simon	PB	43255	4,3	22
<b>16</b>	SORRES Alix	DR	41692	4,2	21
<b>17</b>	SORRES Gérard	DR	44022	4,4	22
<b>18</b>	VOLRY Jean-Ello	PB	6630	0,6	3
<b>total</b>			<b>485324</b>	<b>50</b>	<b>250</b>
<b>Moyenne</b>			<b>26968</b>	<b>2,8</b>	<b>14</b>

**PB** : Piton Bloc

**DR** : Domaine du Relais

**Tableau 9 : Estimation du nombre de pièges nécessaires à la mise en fonction du réseau de « piégeage de masse » sur le site de l'Entre-Deux**

<b>Id</b>	<b>Nom de l'exploitant</b>	<b>Situation</b>	<b>Superficie totale_cult (m²)</b>	<b>Superficie (en hectare)</b>	<b>Nombre de pièges nécessaire</b>
<b>1</b>	DIJOUX Edward		4755	0,5	3
<b>2</b>	HOAREAU Gilbert	TM	25380	2,6	13
<b>3</b>	NATIVEL Jean-Yves	GF	5480	0,6	3
<b>4</b>	PAYET Alain	TM	7529	0,8	4
<b>5</b>	PAYET Christian	TM	7875	0,8	4
<b>6</b>	PAYET Dany	GF	16444	1,6	8
<b>7</b>	PAYET Nicole	TC	6932	0,7	4
<b>8</b>	VITRY Georges	TM	4946	0,5	3
<b>9</b>	VITRY Marc-André	TM	6638	0,7	4
<b>Total</b>			<b>85979</b>	<b>8,8</b>	<b>46</b>
<b>Moyenne</b>			<b>9553</b>	<b>1</b>	<b>5</b>

**TM** : Trou de Magasin

**TC** : Trou de Cochon

**GF** : Grand Fond

**Tableau 10:** Estimation du nombre de pièges nécessaires à la mise en fonction du réseau de « piégeage de masse » sur le site de Salazie

<b>Id</b>	<b>Nom de l'exploitant</b>	<b>Situation</b>	<b>Superficie_totale_cult (en m²)</b>	<b>Superficie (en hectare)</b>	<b>Nombre de pièges nécessaire</b>
<b>1</b>	LEGER Josselin	MPE	2615	0,3	3
<b>2</b>	VICTOIRE Sergio	MPE	46577	4,7	24
<b>Total</b>			<b>49192</b>	<b>5</b>	<b>27</b>
<b>Moyenne</b>			<b>24596</b>	<b>2,5</b>	<b>14</b>

**MPE :** Mare à Poule d'Eau

#### **6- Les perspectives d'évolution des cultures sur les trois principaux sites pilotes : Petite-île, Entre-Deux et Salazie**

Le projet GAMOUR vise à transférer en milieu producteur des innovations dans le domaine de la protection des cultures. Le projet envisage de valoriser l'expérience sur les sites pilotes et de l'étendre à d'autres situations (autres problèmes phytosanitaires, autres composantes agronomiques, autres sites). Ces deux volets feront l'objet d'un projet de Développement ultérieur qui sera préparé dans la dernière année de GAMOUR.

## **PARTIE X : BILAN DE STAGE**

### **1- Les apports du stage et les compétences acquises**

Ce stage a permis de développer mes capacités à travailler au sein d'une équipe. Il m'a par ailleurs permis d'aborder différemment l'élaboration d'un rapport de stage.

La circulation de l'information semble être l'un des points forts de cet organisme, tant en termes de collaboration des différentes équipes de chercheurs que de son dynamisme

### **Les difficultés rencontrées et les solutions apportées**

Les difficultés auxquelles j'ai pu me heurter concernent notamment le retard, en début de stage, des accords des différents agriculteurs. Il a donc fallu attendre que tous aient pris connaissance des modalités du contrat, et qu'ils adhèrent enfin au projet.

Par ailleurs, en ce concerne les relevés de terrain, le travail de saisie de données aurait dû s'effectuer en binôme. Cependant, suite à l'indisponibilité de mon binôme j'ai dû réaliser seule l'acquisition des données GPS ainsi que le traitement des données obtenues.

Une gestion efficace du temps a donc été une étape importante dans la réalisation de ce rapport et requiert une organisation sans faille dans la réalisation des différentes tâches proposées.



## CONCLUSION

Depuis près d'un demi siècle, les Tephritidae s'attaquant aux légumes ont fait l'objet de nombreuses études et synthèses, principalement en raison de leur incidence économique (Nishida & Bess, 1957 ; Dhillon *et al.*, 2005). A La Réunion, la lutte contre ces ravageurs repose sur l'application intensive de produits chimiques. Il est donc nécessaire de trouver d'autres méthodes alternatives proposant des mesures préventives de gestion des populations des mouches des Cucurbitaceae.

Cette étude présente les différentes étapes de conception et de mise en œuvre d'un réseau de surveillance sur les trois sites pilotes et quatre fermes certifiées « AB » sélectionnés dans le cadre du projet GAMOUR. Elle s'inscrit dans une démarche globale de gestion agroécologique des Mouches des légumes basée sur la surveillance des populations de ravageurs avec la mise en place de trois méthodes : la mise en place de dispositifs de piégeage, qui diffère de celui qui sera mis en place pour le piégeage de masse (P3), la mise en place d'un couple de placettes de référence sur lesquelles des collectes de fruits seront réalisées.

La cartographie du réseau de surveillance permettra dans un premier temps un repérage visuel des dispositifs mis en place. Cette dernière doit être constamment remise à jour. Les informations doivent être disponibles rapidement afin que les décisions d'action soient prises en cas de situation de « crise » (augmentation de la population de ravageurs).

Elle servira par la suite de support aux actions à menées sur le terrain.

Après plusieurs mois de fonctionnement du réseau de surveillance, les diverses informations recueillies seront transmises à l'Observatoire des Impacts GAMOUR qui aura la charge d'analyser et de restituer les informations aux principaux acteurs du projet.

---

## GLOSSAIRE

---

**Biocénose** : ensemble des êtres vivants qui peuplent un écosystème donné

**Exocarpe** : peau du fruit

**Holométabole** : s'applique aux insectes présentant des métamorphoses complètes et un stade nymphal bien différencié

**Ovipositeur** : appareil tubulaire ou valvulé, permettant le dépôt des oeufs, ordinairement rétracté dans l'abdomen.

**Paraphéromone** : phéromone sexuelle

**Parasitoïde** : organisme animal ou végétal qui se développe aux dépens d'un hôte dont il entraîne obligatoirement la mort. Dans le cas des mouches de Tephritidae, ces parasitoïdes développent à partir des larves des mouches et ceci jusqu'au stade pupe de celui-ci.

**Phéromone** : substance volatile émise par un insecte à l'extérieur et qui, par ses propriétés chimiques constitue un signal pour une partenaire sexuel ou un congénère de sa propre espèce

**Pupe** : stade intermédiaire entre l'état de larve (appelée asticot) et celui d'imago, au cours de la métamorphose

**Scutum** : le sclérite médian du segment thoracique dorsal

**Spinosad** : insecticide naturel. C'est une molécule découverte dans la nature : elle est issue d'une bactérie, *Saccharopolyspora Spinosa*.

---

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**ALTIERI M.A.**, 1999. The ecological role of the biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 19-31 pp.

**CAUVIN C., ESCOBAR F., SERRADJ A.**, 2007. Cartographie thématique 2 : des transformations incontournables. Ed Lavoisier, 269 p

**DALGAARD T., HUTCHINGS N.J., PORTER J.R.**, 2003. Agroecology, scaling and interdisciplinary. *Agriculture.Ecosystems and Environment* 100, 39-51 pp.

**DEGUINE J.P., FERRON P., RUSSELL D.**, 2008 (en cours de publication). Protection des cultures : de l'agrochimie à l'agroécologie, concepts et pratiques, application au cotonnier. Editions QUAE.

**DELVARE G., ABERLENC H.P.**, 1989. Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale, Clés pour la reconnaissance des familles. PRIFAS CIRAD Dépt. GERDAT, Montpellier. 302 p.

**DHILLON M.K., RAM SINGH., NARESH J.S, SHARMA H.C.**, 2005. The melon fruit fly, *Bactrocera cucurbitae*: A review of its biology and management. *Journal of Insect Science* 5: 40. 16 p.

**DUVAL M.**, 2008. L'augmentorium: une technique de prophylaxie contre les mouches des légumes (Diptera, Tephritidae) à La Réunion. Mémoire de DUT Génie Biologique, 17 p.

**ETIENNE J.**, 1982. Etude systématique, faunistique et écologique des Tephritidae de la Réunion. Thèse de doctorat, Ecole Pratique Hautes Etudes, Paris, 100p.

**HARPER L.J.**, 1974. The need to focus on agro-ecosystems. *Agroecosystems*, 1: 1-12 pp.

**HUANG T. C.**, 2007. Expansion of the Area Wide Fruit Fly Management Program in Taiwan. Some contributions from Hawaii. In 6<sup>th</sup> Annual Meeting and Review of the Hawaii Fruit Fly Area-Wide Management Programme, April 16-19, 2007, Waikoloa, Hawaii (USA).

**JONES E.L., SKEPPER A.H.,** 1965. Suppression of Queensland fruit fly, *Dacus tryoni* (Frogg.), Tryptetidae (Dip) in Narrendera, New south Wales. Agric. Gazette N.S.W., 76: 501-503 pp.

**JANG E.B., KLUNGNESS L.M., McQUATE G.T.,** 2007. Extension of the use of Augmentoria for Sanitation in a cropping system susceptible to the alien tephritid fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. *Journal of Applied Science for Environment Management*, 11, 239-248.

**KOYAMA J., KAHINOHANA H., MIYATAKE T.,** 2004. Eradication of the Melon Fly, *Bactrocera cucurbitae*. In Japan: Importance of Behavior, Ecology, Genetics, and Evolution. *Annual Review of Entomology*, 49, 331-349 pp.

**MAHER ALI A.,** 1957. On the bionomics of *Dacus ciliatus* Loew (Diptera Trypanaeidae). *Bulletin of the Entomological Society of Egypt*, 41:527-533 pp.

**MAU, R. F. L., JANG E. B., VARGAS R. I.** 2007. The Hawaii Area-Wide Fruit Fly Pest Management Programme: Influence of Partnerships and a Good Education Programme. *Area-Wide Control of Insect Pests*. 671-683.

**Mc GREGOR A.M.,** 2007. An economic evaluation of the Hawaii fruit fly Area-Wide Pest Management Program. 81p.

**Mc PHAIL M.,** 1939. Protein lures for fruit flies. *Journal of Economic Entomology*, 32: 758-761 pp.

**McQUATE G.,** 2007. Assessment of Border Bait Sprays and Male Annihilation for *Bactrocera* spp. Suppression in Papaya Orchards. In: 6th Annual Meeting and Review of the Hawaii Fruit Fly Area-Wide Management Programme, April 16-19, 2007, Waikoloa, Hawaii (USA).

**Mc QUATE G.T., VARGAS R.I.,** 2007. Assessment of attractiveness of plants as roosting sites for the melon fly, *Bactrocera cucurbitae*, and oriental fruit fly, *Bactrocera dorsalis*. *Journal of Insect Science*: Vol 7, Article 57.

**NICHOLLS C.I., ALTIERI M.A.,** 2004. Agroecological bases of ecological engineering for pest management,. In: Gurr GM, Wratten SD, Altieri MA (eds). *Ecological Engineering for Pest Management*. Advances in habitat manipulation for arthropods. CSIRO, Collingwood (Australia). CABI, Walingford (UK), 33-54 pp.

**NISHIDA T., BESS H.A.,** 1957. Studies on the ecology and control of the melon fly *Dacus (Strumeta) cucurbitae* Coquillett (Diptera Tephritidae). Hawaii Agricultural Experiment Station. Technical Bulletin N°84.

**ORIAN A.J.E., MOUTIA L.A.,** 1960. Fruit flies (Tephritidae) of economic importance in Mauritius. *Revue Agricole et Sucrière de l'île Maurice*. 39, 142-150 pp.

**PAULIAN R.,** 1953. Recherches sur les insectes d'importance biologique à Madagascar. XII, les mouches des fruits. *Mémoire de l'Institut Scientifique de Madagascar, série E*, 3 :2-7pp.

**PIMENTEL D.,** 1961. Species diversity and insect population outbreaks. *Annals of the Entomological Society of America*, 54: 76-86pp.

**ROS J.P., GARIJO C., NAVARRO L., CASTILLO E.,** 1996. Ensayos de campo con un Nuevo attractante de embudo de mosca mediterránea de las frutas. *P.San.Veg.Plagas*, 22 : 151-157pp.

**ROSSLER Y.,** 1989. Insecticidal Bait and cover sprays. In “ Robinson A.S and Hopper G [eps.], Fruit flies, their biology, natural enemies and control. Elsevier, Amsterdam”. 329-336 pp.

**TAN K. H.,** 2000. Area-Wide Control of Fruit Flies and Other Insect Pests. CABI (Wallingford), 782 pp.

**VARGAS R.I.,** 2007. Highlights and Milestones of the Hawaii Area-Wide Fruit Fly Pest Management Program. In: 6th Annual Meeting and Review of the Hawaii Fruit Fly Area-Wide Management Programme, April 16-19, 2007, Waikoloa, Hawaii (USA).

**VARGAS, R. I., PECK S. L., McQUATE G. T., JACKSON C. G., STARK J. D., ARMSTRONG J. W.,** 2001. Potential for areawide integrated management of Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) with a braconid parasitoids and a novel bait spray. *J. Econ. Entomol.* **94**: 817-825.

**VAYSSIERES J.F.,** 1999. Les relations plantes-insectes chez les Dacini (Diptera-Tephritidae) ravageurs des Cucurbitacées à La Réunion. Thèse de doctorat, Muséum National d'Histoire Naturel de Paris, 205p.

**VAYSSIERES J.F., CAREL Y.,** 1999. Les Dacini (Diptera Tephritidae) inféodés aux Cucurbitaceae à La Réunion : gamme de plantes-hôtes et stades phénologiques préférentiels des fruits au moment de la piqûre. Comm. présentée à la IVème Conférence Internationale Francophone d'Entomologie (CIFE), St Malo, 5- 9/07/98.6p. *Annales de la Société Entomologique de France*.

**WHITE I.E., ELSON-HARRIS M.M., 1992.** Fruit flies of economic significance: their identification and bionomics. CAB. International, Wallingford, 601pp.

**Sites Web :**

- <http://www.ccrs.nrcan.gc.ca>
- <http://www.ctics.re>
- <http://www.cirad.fr>
- <http://www.coleacp.org>

---

## **ANNEXES**

---



## ANNEXE 1 : Famille botanique des cultures

### Principales familles de cultures maraîchères et fruitière



**Alliaceae (=Liliaceae)**  
Ail, oignon, poireau, échalotte



**Anacardiaceae**  
Mangue



**Bromeliaceae**  
Ananas



**Caricaceae**  
Papaye



**Musaceae**  
Banane



**Fabaceae**  
Haricot vert, pois potager



**Solanaceae**  
Tomate, pomme de terre, aubergine, poivron, piment



**Apiaceae**  
Carotte, Céleri, fenouil, persil



**Asteraceae**  
Artichaut, laitue, chiconnée



**Cucurbitaceae**  
Citraille, courgette, concombre, melon, pastèque, chouchou,



**Brassicaceae (= cruciferae)**  
chou-fleur, chou broccoli  
Chou pommé Navet, radis



**Poaceae**  
Canne à sucre, blé

**Orchidaceae**  
Vanille



**Rosaceae**  
Fraise, pêche, poire, pomme



**Rubiaceae**  
Café



**Rutaceae**  
Agrumes

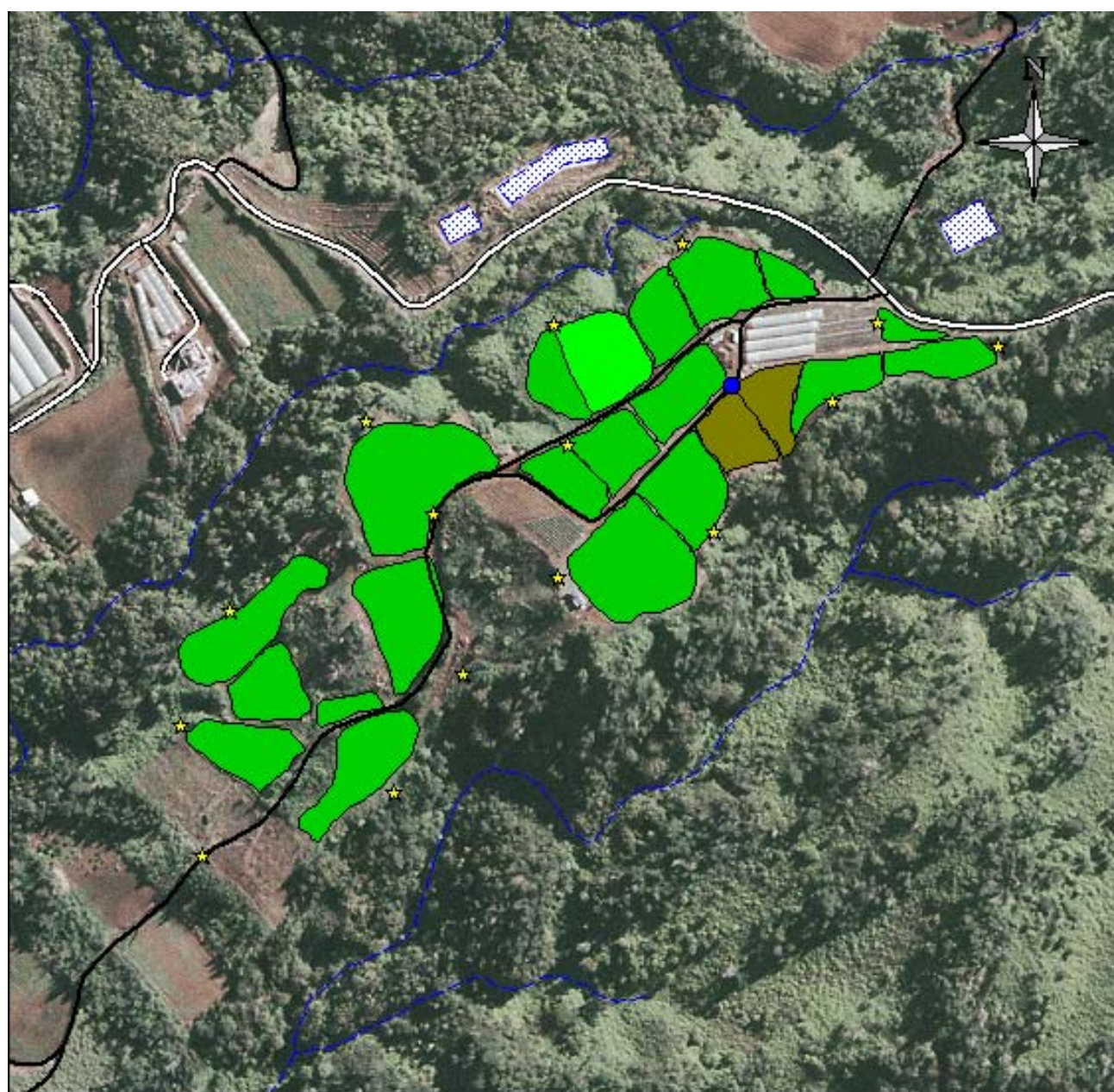


Source : FDGDON

# **CARTES**

## **Petite-île**

## ANNEXE 2 : Exploitation d'Eric BARRET



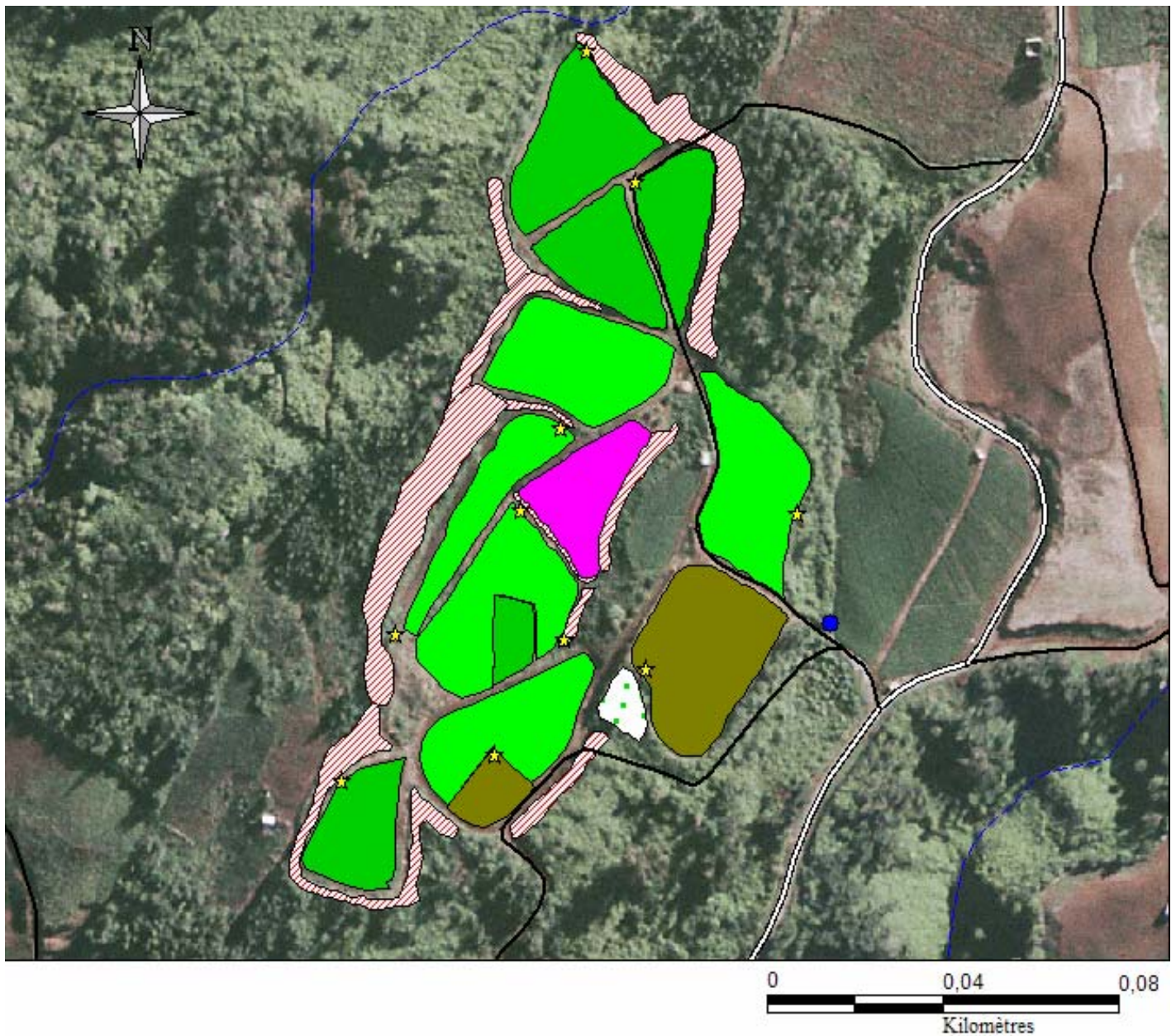
0 0,04 0,08  
Kilomètres

### Légende

Parcelles culturales	Réseau de surveillance	Hydrographie
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #00FF00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Autre culture</div> <div><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #00FF00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Cucurbitacées</div> <div><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #8B4513; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Friche</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: #0000FF; border-radius: 50%; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Dispositif</div> <div> <div>★ Piège</div> </div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 1px dashed blue; margin-right: 5px;"></span> Cours d'eau non pérenne</div> <div><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 1px solid blue; margin-right: 5px;"></span> Cours d'eau pérenne</div> <div><span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, blue 2px, blue 4px); border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Retenue collinaire</div> </div>
		<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 2px solid black; margin-right: 5px;"></span> Chemin</div> <div><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 2px dashed black; margin-right: 5px;"></span> Sentier</div> <div><span style="display: inline-block; width: 20px; border-bottom: 3px double black; margin-right: 5px;"></span> Route communale</div> </div>



### ANNEXE 3 :Exploitation de Gathien BARRET

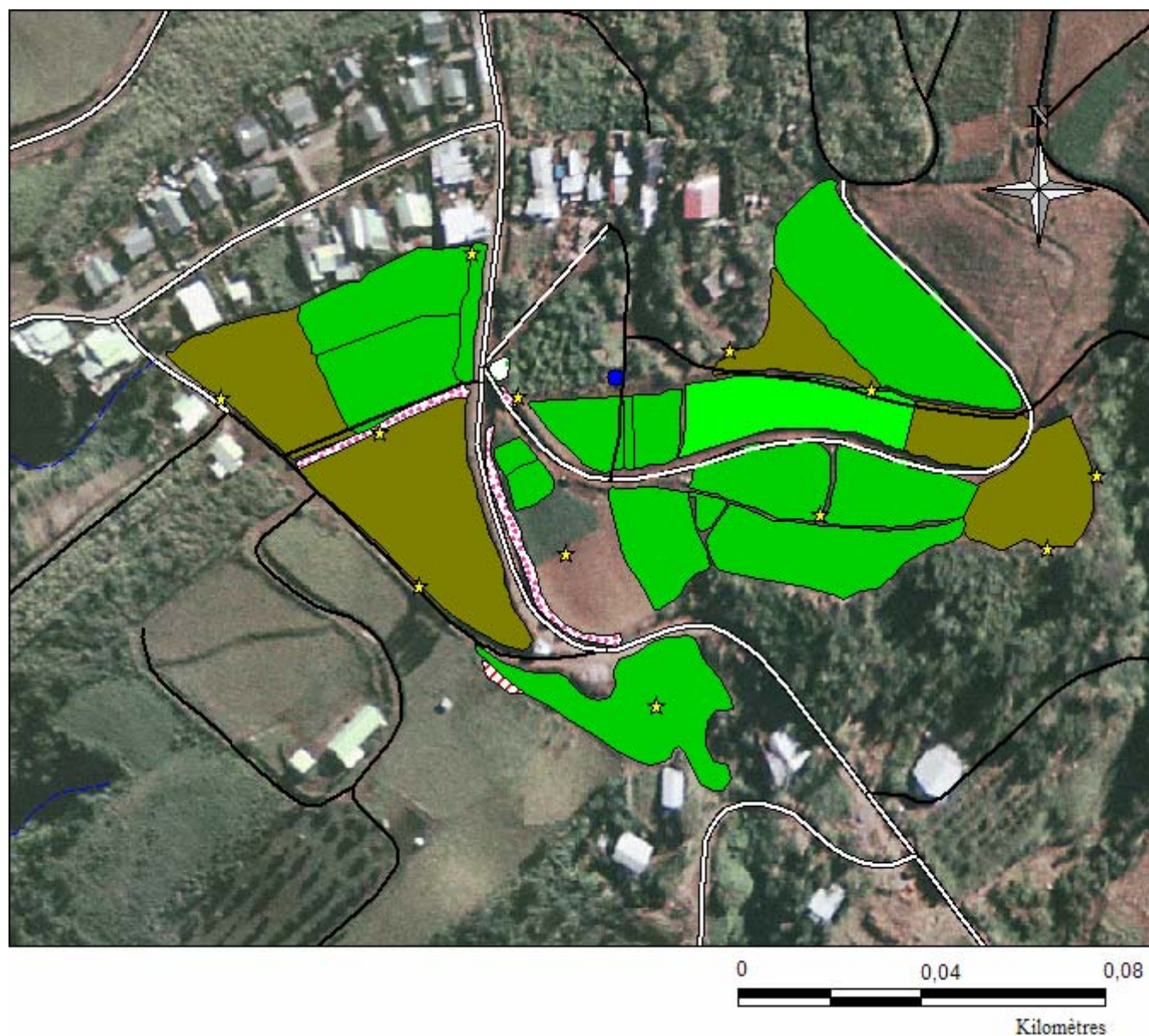


#### Légende

<p><b>Parcelles culturales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Autre culture</li> <li>Cucurbitacées</li> <li>Friche</li> <li>Verger</li> </ul> <p><b>Plantes-hôtes réservoirs</b></p> <p><u>Bringellier marron</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Risque fort</li> </ul> <p><u>Chouchou</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Risque moyen</li> </ul>	<p><b>Réseau de surveillance</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dispositif</li> </ul> <p><b>Réseau de piégeage de masse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Piège</li> </ul>	<p><b>Hydrographie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cours d'eau non pérenne</li> <li>Cours d'eau pérenne</li> <li>Retenue collinaire</li> </ul> <p><b>Voiries</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Chemin</li> <li>Route communale</li> </ul>
---	---	---



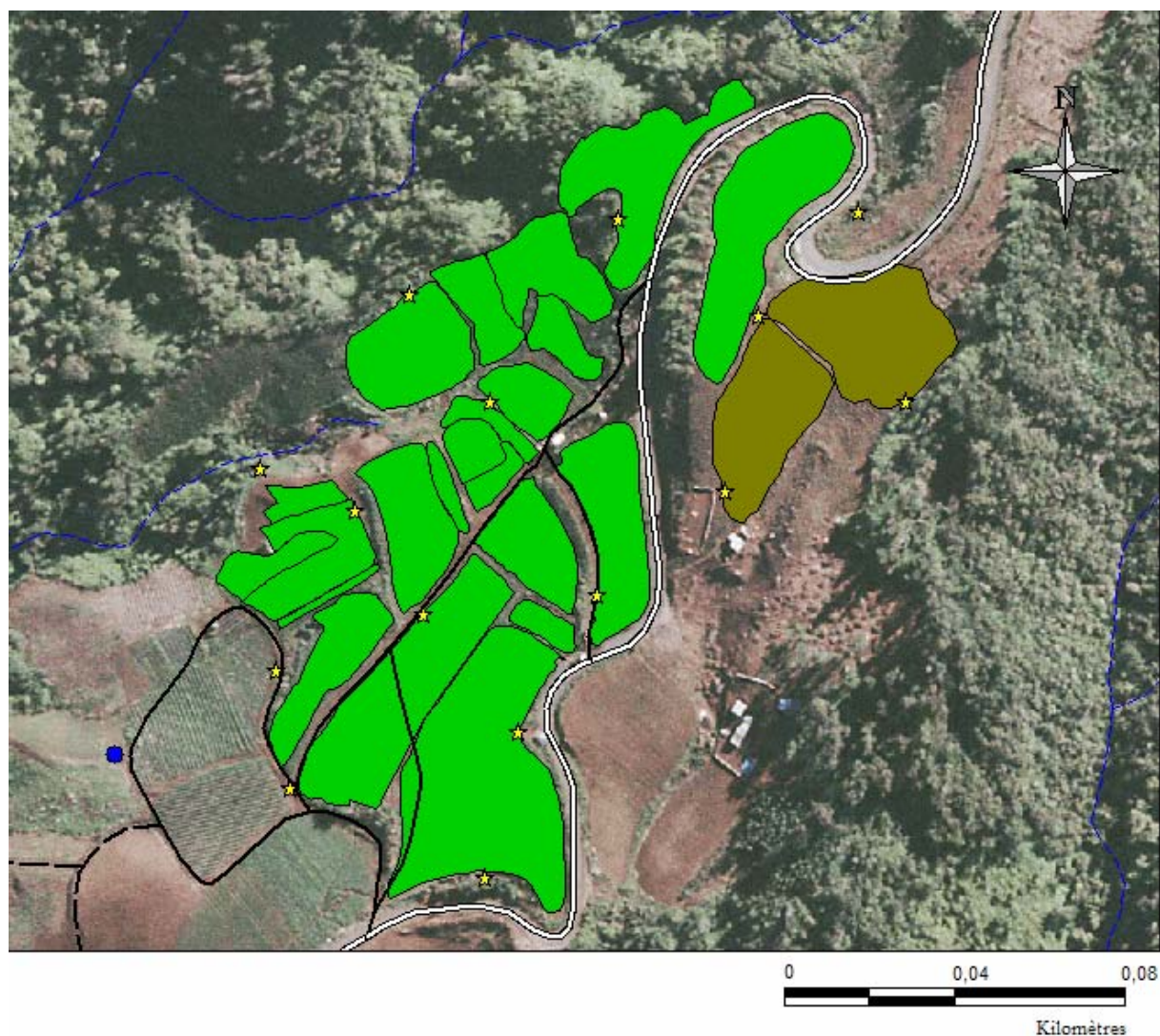
### ANNEXE 3 : Exploitation de Miko BARRET



#### Légende

<b>Parcelles culturales</b> <div>Autre culture</div> <div>Cucurbitacées</div> <div>Friche</div>	<b>Réseau de surveillance</b> <div>Dispositif</div>	<b>Hydrographie</b> <div>Cours d'eau non pérenne</div> <div>Cours d'eau pérenne</div>
<b>Plantes-hôtes-réservoirs</b> <div>Bringellier marron</div> <div>Risque moyen</div> <div>Chouchou</div> <div>Risque faible</div> <div>Goyavier</div> <div>Risque moyen</div>	<b>Réseau de piégeage de masse</b> <div>Piège</div>	<b>Voiries</b> <div>Chemin</div> <div>Route communale</div>

## ANNEXE 4 : Exploitation de Jean-Claude CORRE

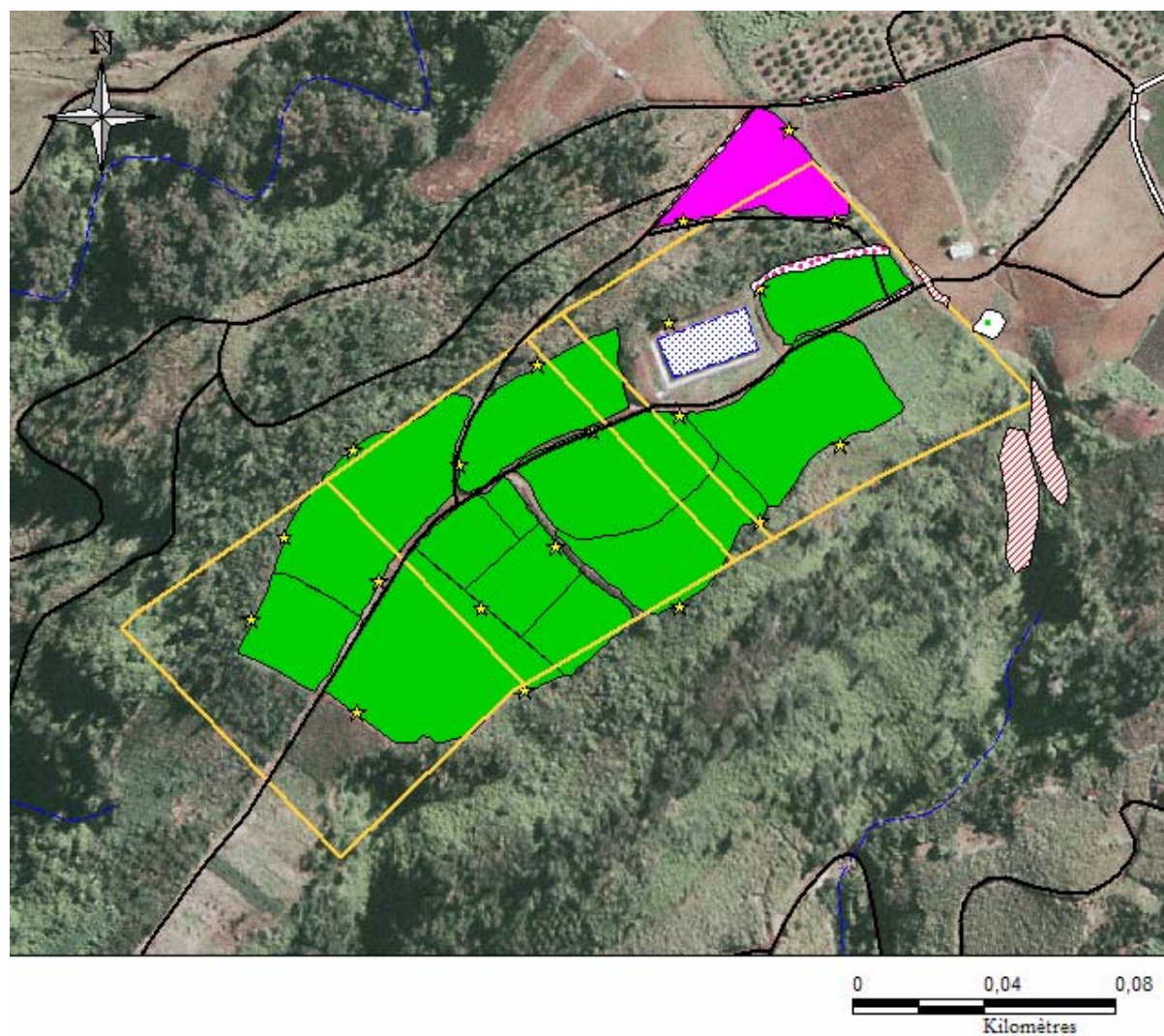


### Légende

Parcelles culturales	Réseau de surveillance	Hydrographie
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: green; margin-right: 5px;"></div> Autre culture </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: brown; margin-right: 5px;"></div> Friche </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: blue; border-radius: 50%; margin-right: 5px;"></div> Dispositif </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Piège </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 1px dashed blue; margin-right: 5px;"></div> Cours d'eau non pérenne </div>
	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Chemin </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 1px dashed black; margin-right: 5px;"></div> Sentier </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 2px solid black; margin-right: 5px;"></div> Route communale </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Voiries </div>



## ANNEXE 5: Exploitation de Patrice DIJOUX

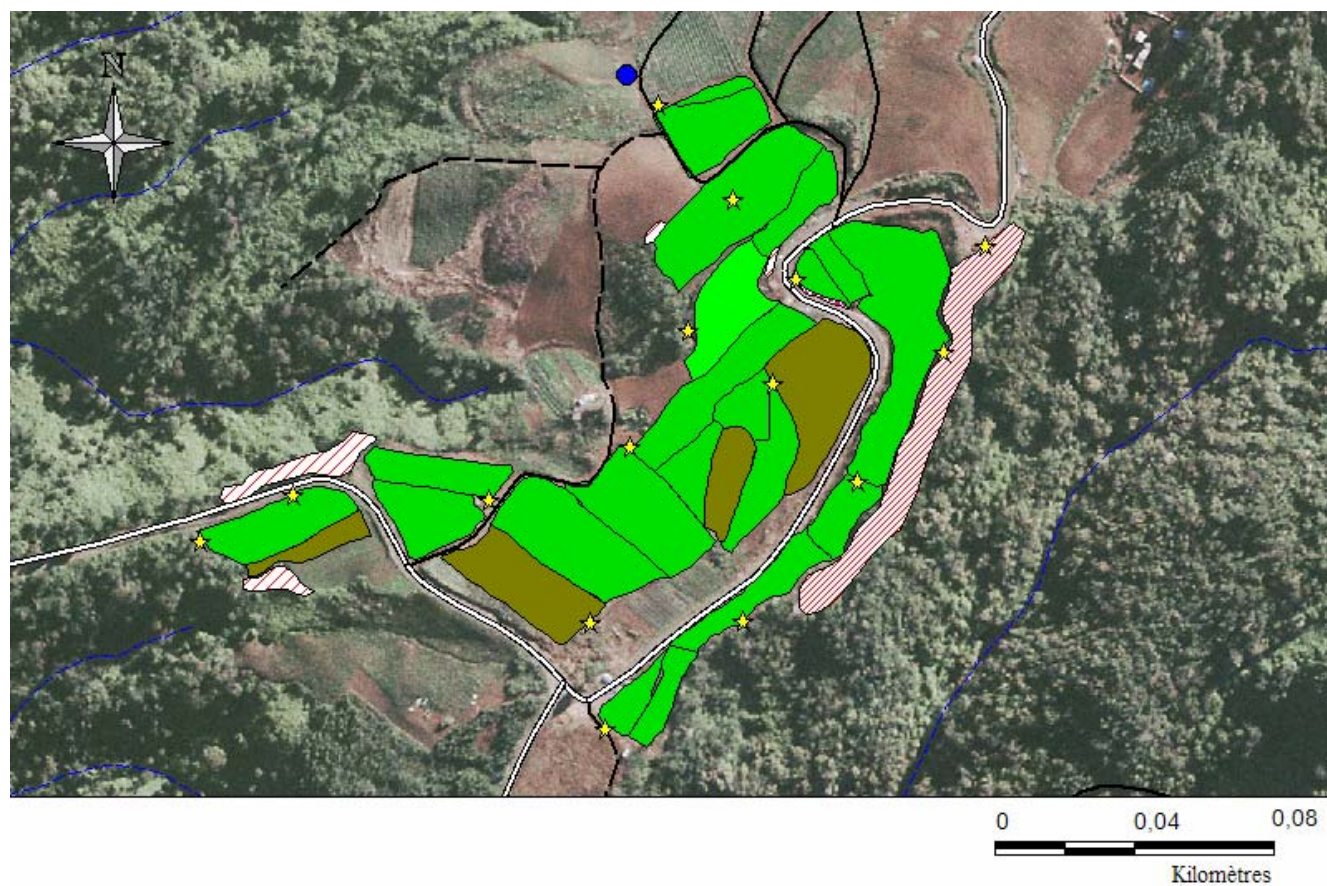


### Légende

Foncier	Réseau de piégeage de masse	Hydrographie
Parcelle cadastrale	Pièges	Cours d'eau non pérenne
<b>Parcelles culturales</b>		Retenue collinaire
Autre culture		<b>Voiries</b>
Verger		Chemin
<b>Plantes-hôtes réservoirs</b>		Route communale
<u>Bringellier marron</u>		
Risque fort		
<u>Chouchou</u>		
Risque faible		
<u>Govavier</u>		
Risque moyen		



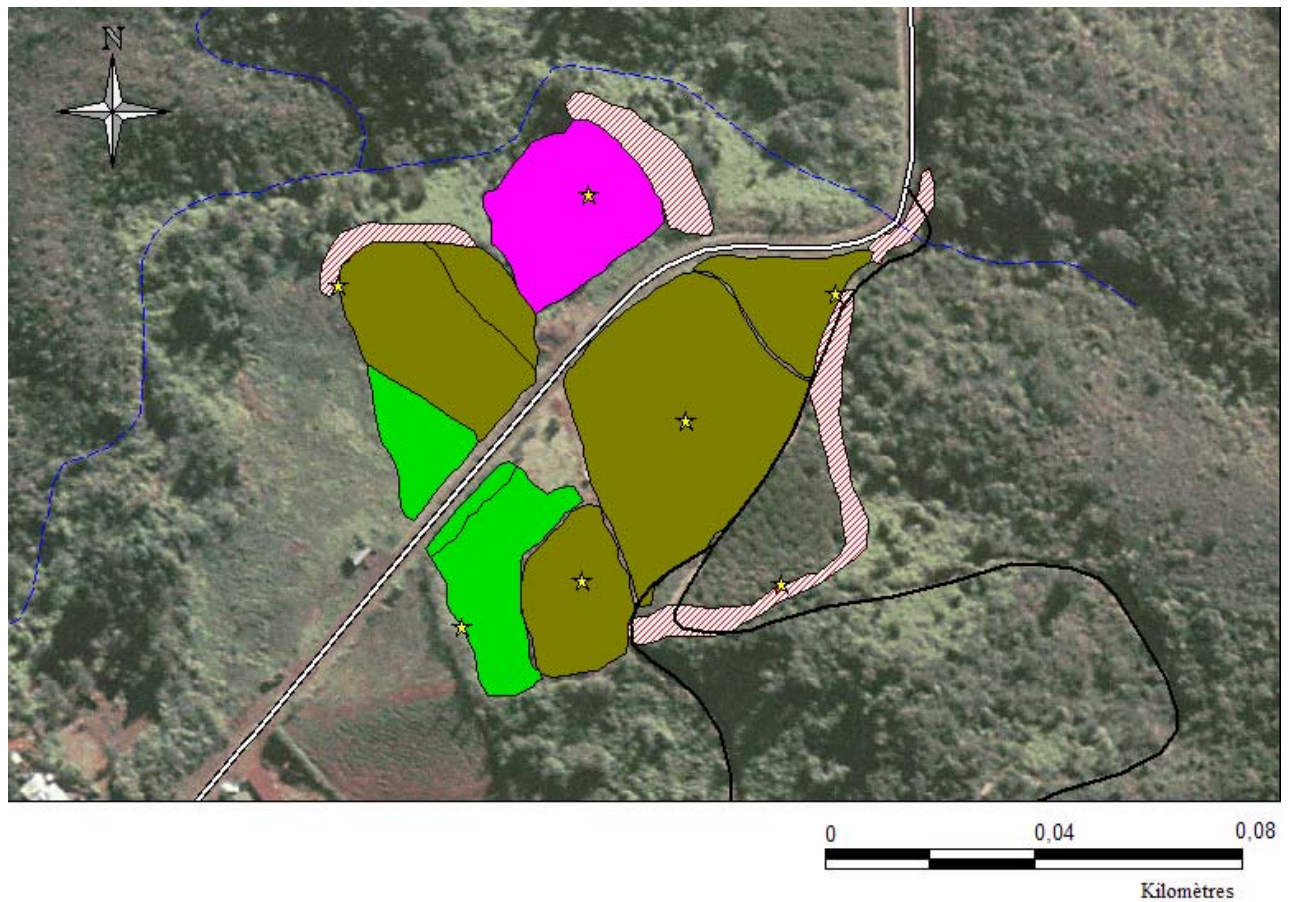
## ANNEXE 6 : Exploitation de Daniel FOLIO



### Légende

Parcelles culturales	Réseau de surveillance	Hydrographie
<ul style="list-style-type: none"> <li>Autre culture</li> <li>Cucurbitacées</li> <li>Friche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dispositif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cours d'eau non pérenne</li> </ul>
Plantes-hôtes réservoirs	Réseau de piégeage de masse	Voiries
<u>Bringellier marron</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Risque fort</li> <li>Risque faible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Piège</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chemin</li> <li>Sentier</li> <li>Route communale</li> </ul>
<u>Goyavier</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Risque faible</li> </ul>		

## ANNEXE 7 : Exploitation de Johnny FOLIO

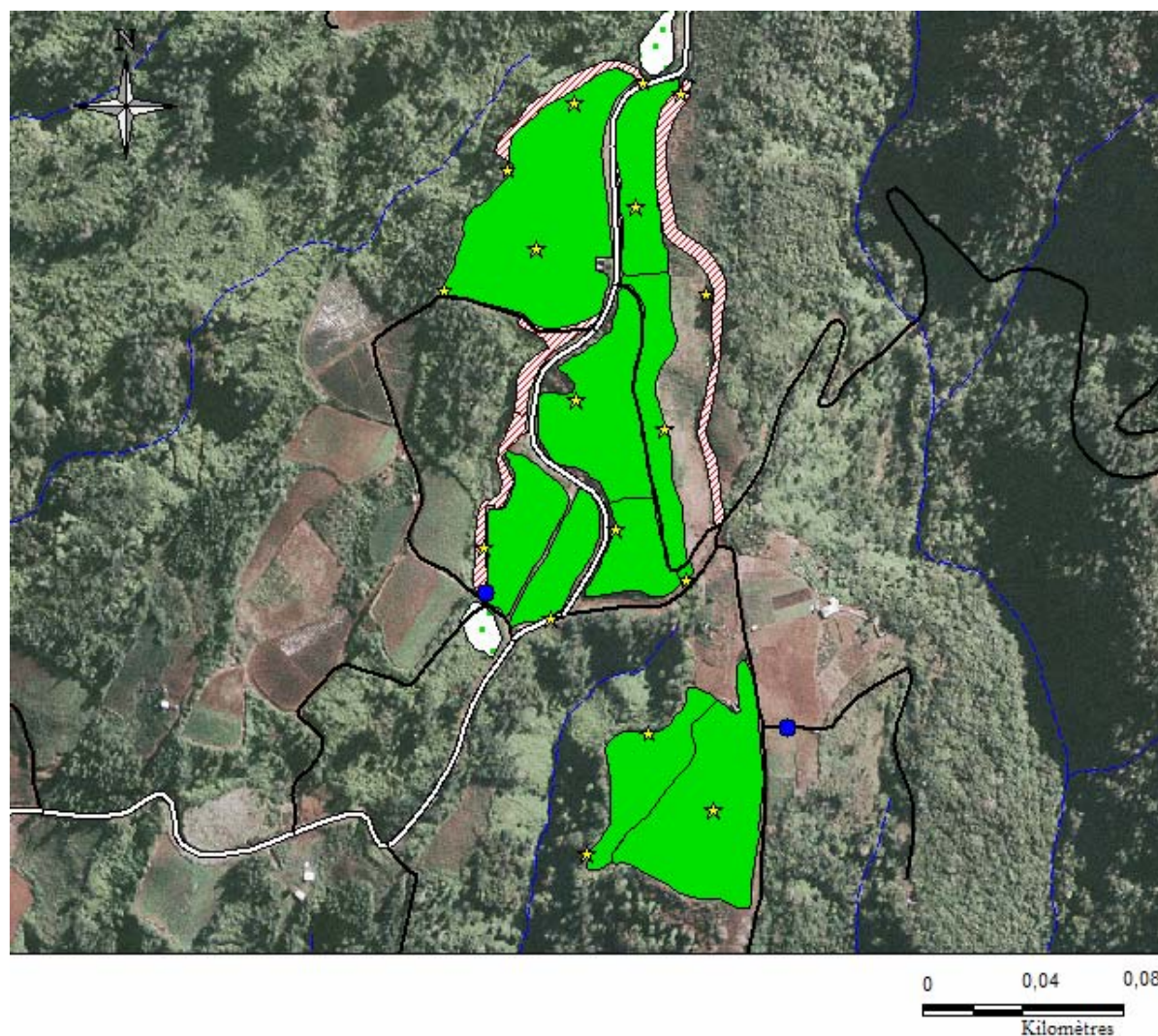


### Légende

Parcelles culturales	Réseau de piégeage de masse	Hydrographie
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: green; margin-right: 5px;"></div> Autre culture </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: olive; margin-right: 5px;"></div> Friche </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: magenta; margin-right: 5px;"></div> Verger </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Piège </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 2px dashed blue; margin-right: 5px;"></div> Cours d'eau non pérenne </div>
Plantes-hôtes réservoirs		Voiries
<u>Bringellier marron</u>		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 2px solid black; margin-right: 5px;"></div> Chemin </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 3px double black; margin-right: 5px;"></div> Route communale </div>
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 15px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, red 2px, red 4px); border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Risque fort </div>		



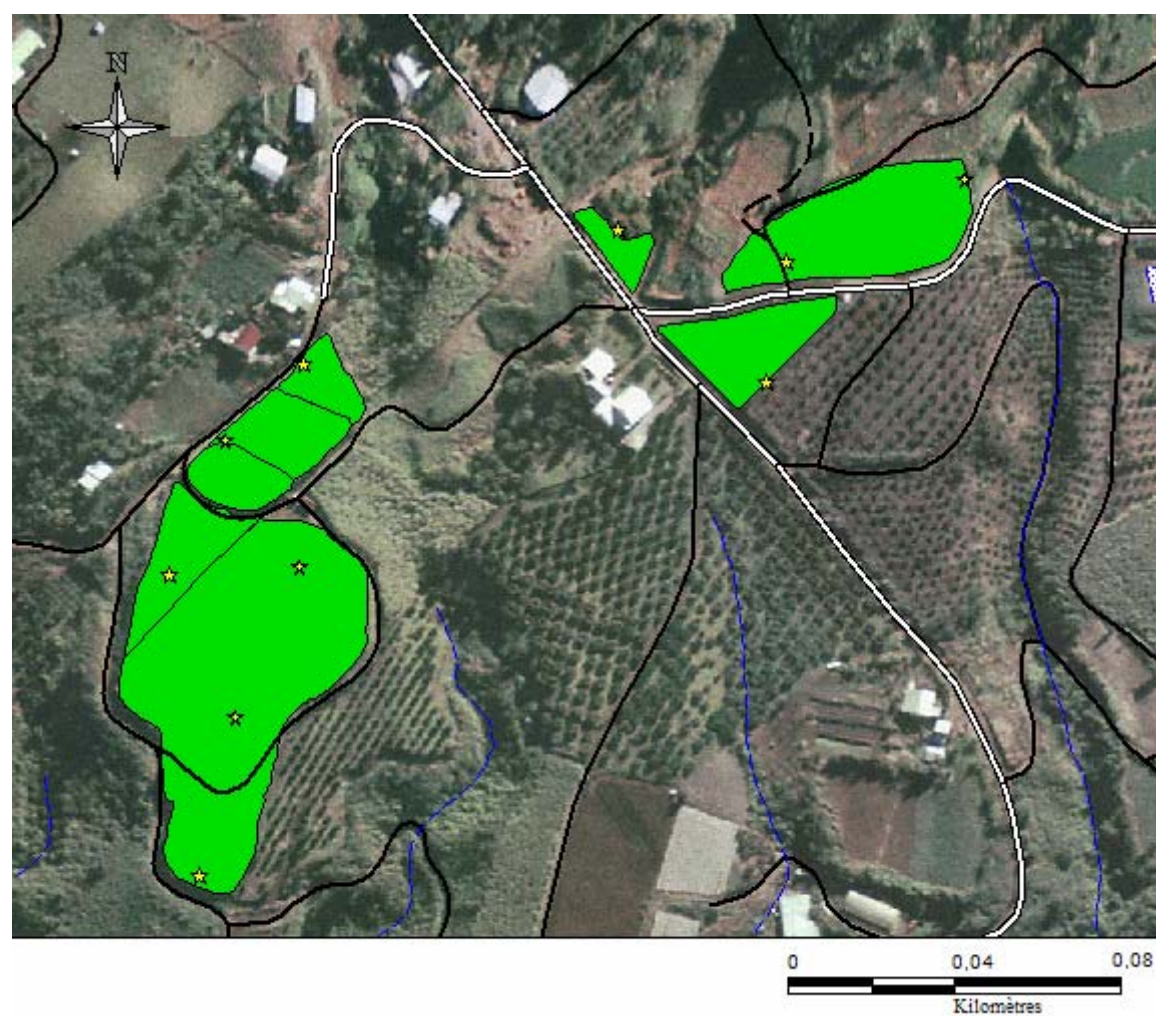
## ANNEXE 8 : Exploitation de Roville FONTAINE



### Légende

Parcelles culturales	Réseau de surveillance	Hydrographie
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: green; margin-right: 5px;"></div> Autre culture </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: blue; border-radius: 50%; margin-right: 5px;"></div> Dispositif </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 2px dashed blue; margin-right: 5px;"></div> Cours d'eau non pérenne </div>
Plantes-hôtes réservoirs	Réseau de piégeage de masse	Voiries
<u>Brinellier marron</u> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 15px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px); margin-right: 5px;"></div> Risque fort </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Piège </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 2px solid black; margin-right: 5px;"></div> Chemin </div>
<u>Chouchou</u> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 15px; background: radial-gradient(circle, green 1px, transparent 1px); background-size: 4px 4px; margin-right: 5px;"></div> Risque faible </div>		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 2px solid white; margin-right: 5px;"></div> Route communale </div>

## ANNEXE 9 : Exploitation de Guy-René HOAREAU

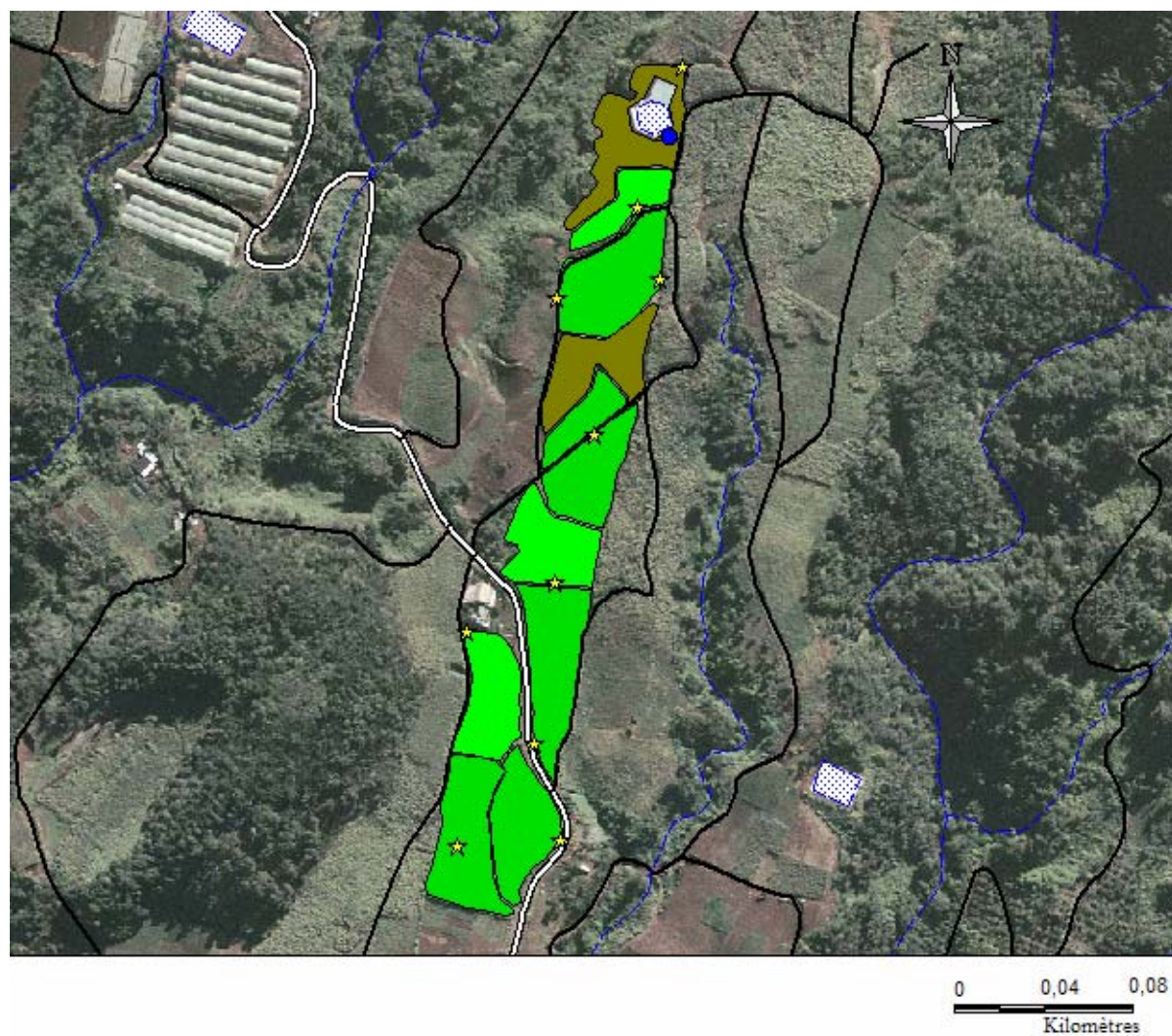


### Légende

Parcelles culturales	Réseau de piégeage de masse	Hydrographie
■ Autre culture	★ Piège	--- Cours d'eau non pérenne
		<b>Voiries</b>
		— Chemin
		- - - Sentier
		== Route communale



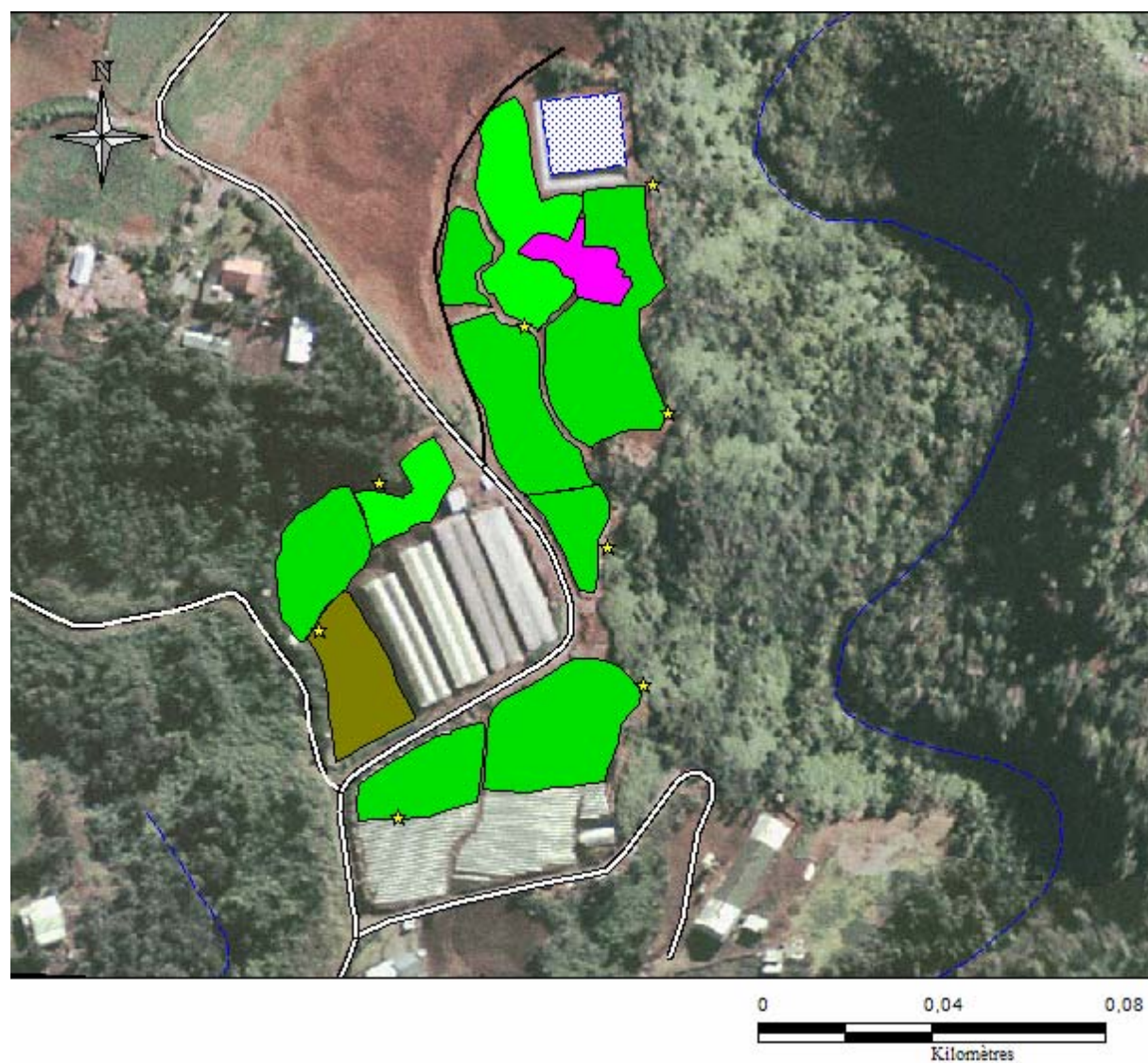
## ANNEXE 10 : Exploitation de Jean-Claude HOAREAU



### Légende

Parcelles culturales	Réseau de surveillance	Hydrographie
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #00FF00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Autre culture </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #FF0000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Cucurbitacées </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #808000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Friche </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #0000FF; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Dispositif </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Réseau de piégeage de masse </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Piège </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 2px dashed blue; margin-right: 5px;"></div> Cours d'eau non pérenne </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 15px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, blue 2px, blue 4px); border: 1px solid blue; margin-right: 5px;"></div> Retenue collinaire </div>
<b>Voiries</b>		
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 2px solid black; margin-right: 5px;"></div> Chemin </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 3px double black; margin-right: 5px;"></div> Route communale </div>		

## ANNEXE 11 : Exploitation de Jean-François PAYET

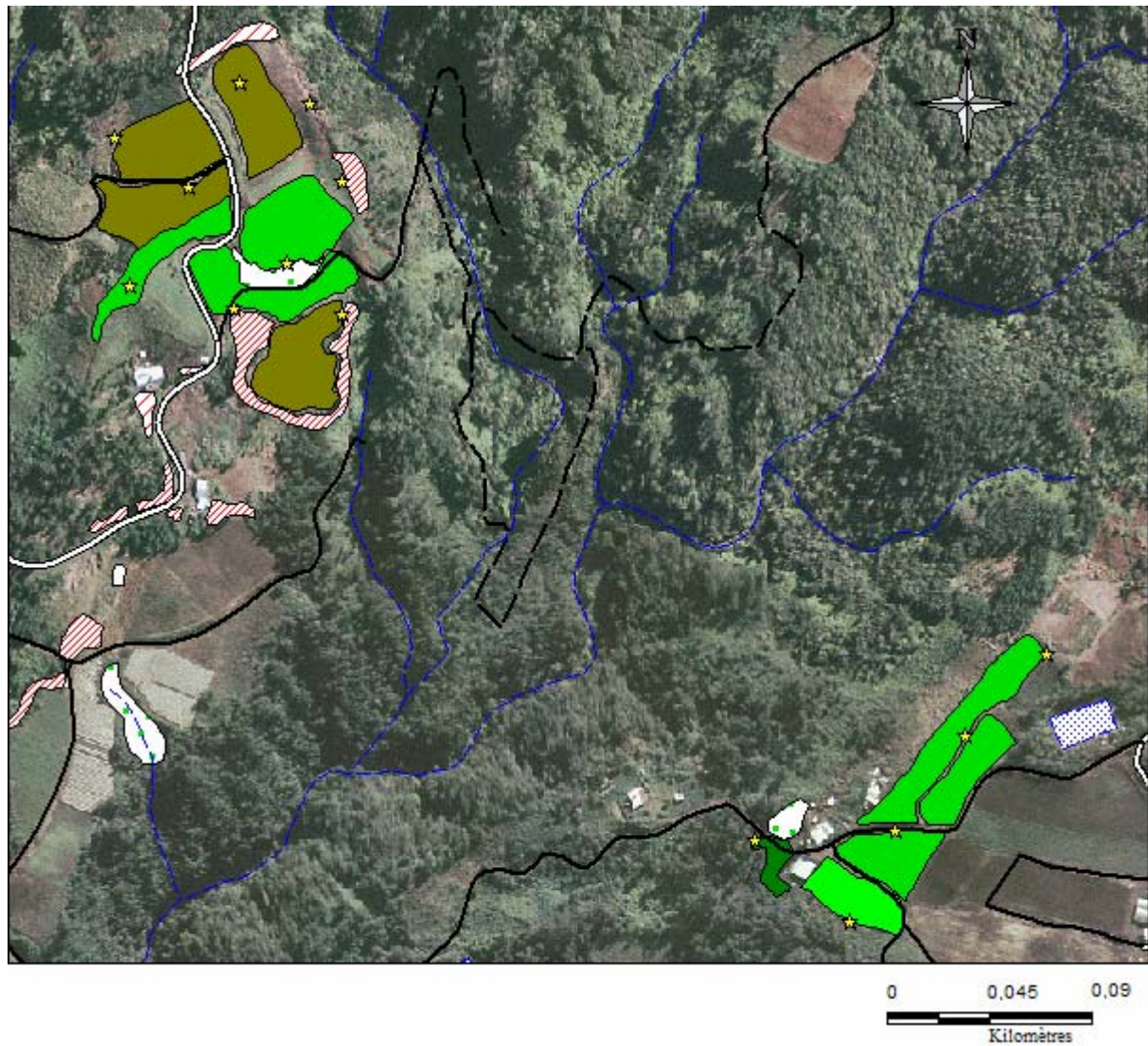


### Légende

Parcelles culturales	Réseau de piégeage de masse	Hydrographie
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div><span style="color: green;">■</span> Autre culture</div> <div><span style="color: green;">■</span> Cucurbitacées</div> <div><span style="color: brown;">■</span> Friche</div> <div><span style="color: pink;">■</span> Verger</div> </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <span style="color: yellow;">★</span> Pièges         </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div><span style="color: blue;">---</span> Cours d'eau non pérenne</div> <div><span style="background-color: blue; border: 1px solid blue; display: inline-block; width: 20px; height: 10px;"></span> Retenue collinaire</div> </div>
<b>Voiries</b>		
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border-bottom: 2px solid black; width: 30px; margin-right: 5px;"></div> <span>Chemin</span> </div>		
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border-bottom: 3px double black; width: 30px; margin-right: 5px;"></div> <span>Route communale</span> </div>		



## ANNEXE 12 : Exploitation de Jean-Claude ROBERT

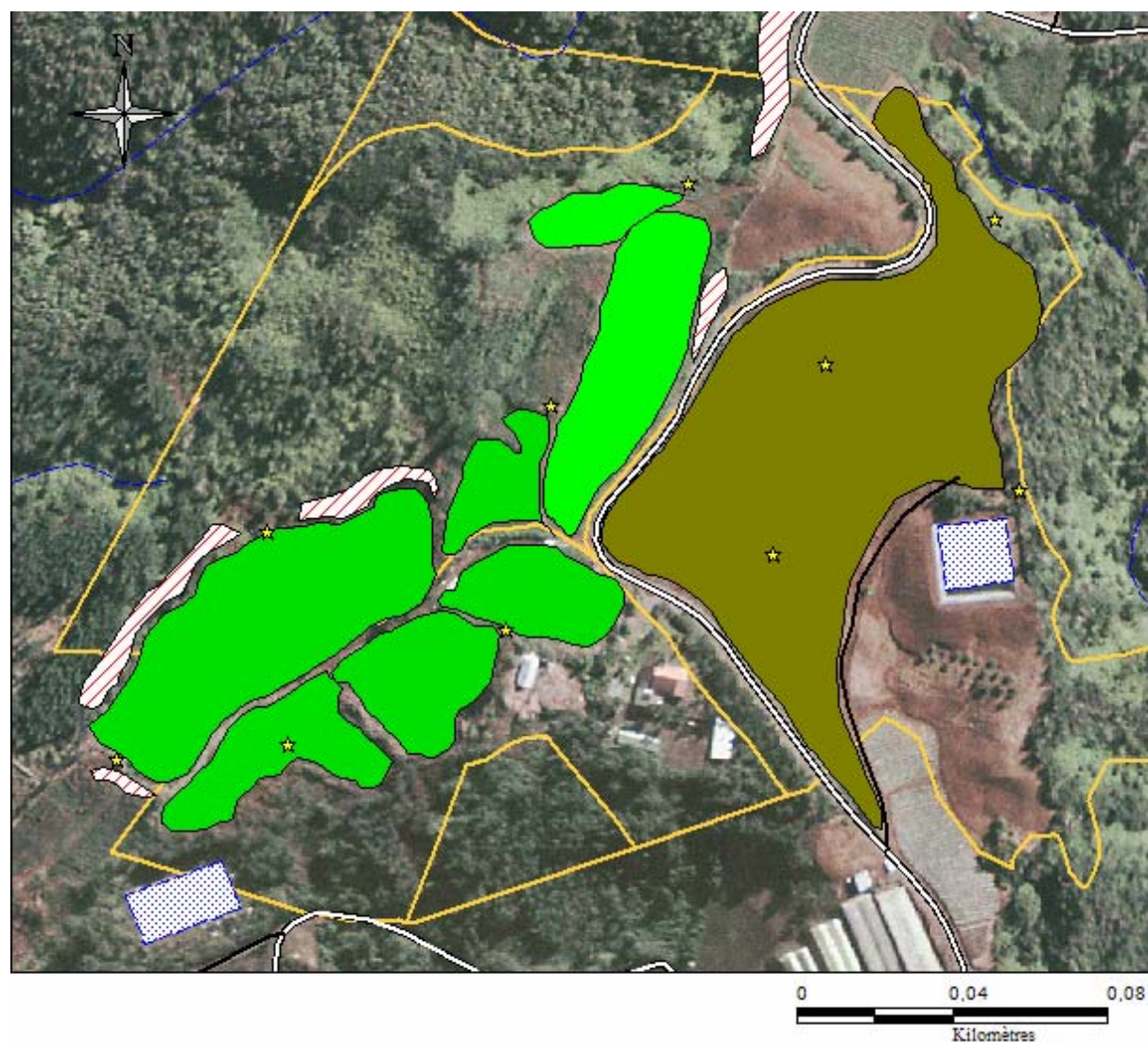


### Légende

Parcelles culturales	Réseau de piégeage de masse	Hydrographie
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #00FF00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Autre culture </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #006400; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Chou chou </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #00FF00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Cucurbitacées </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #8B4513; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Friche </div> </div>	<div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black; margin-right: 5px; text-align: center; line-height: 15px;">★</div> Piège </div>	<div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 2px dashed blue; margin-right: 5px;"></div> Cours d'eau non pérenne </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 15px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, blue 2px, blue 4px); border: 1px solid blue; margin-right: 5px;"></div> Retenue collinaire </div>
Plantes-hôtes réservoirs		Voiries
<u>Brinzelier marron</u> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start; margin-top: 5px;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, red 2px, red 4px); border: 1px solid red; margin-right: 5px;"></div> Risque fort </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, red 2px, red 4px); border: 1px solid red; margin-right: 5px;"></div> Risque faible </div> </div>		<div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 2px solid black; margin-right: 5px;"></div> Chemin </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 2px dashed black; margin-right: 5px;"></div> Sentier </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 2px solid black; margin-right: 5px;"></div> Route communale </div>
<u>Chou chou</u> <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #00FF00; border: 1px solid black; margin-right: 5px; text-align: center; line-height: 15px;">•</div> Risque moyen </div>		



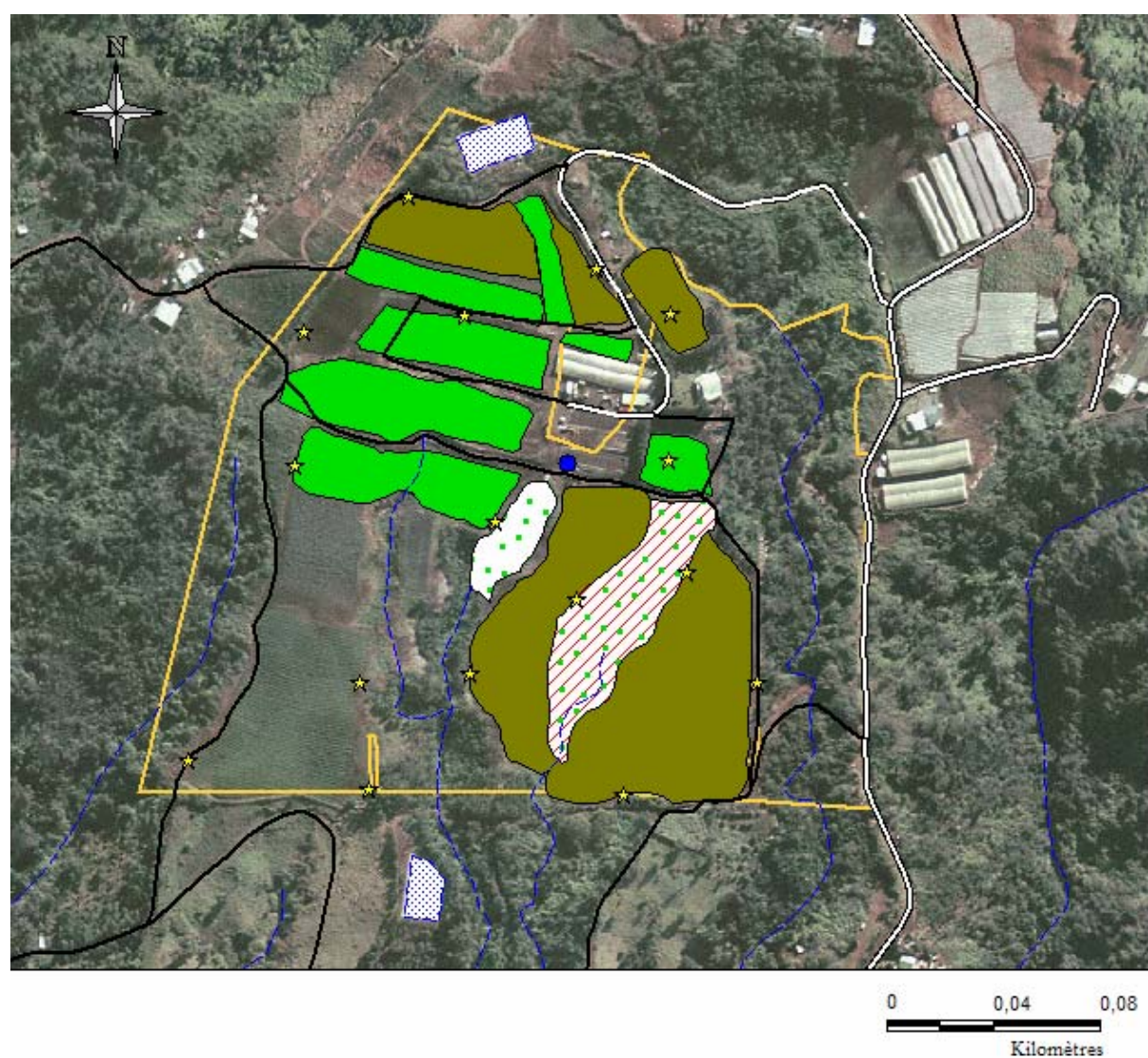
## ANNEXE 13 : Exploitation d'Alix SORRES



### Légende

Foncier	Réseau de piégeage de masse	Hydrographie
Parcelle cadastrale	Piège	Cours d'eau non pérenne
<b>Parcelles culturales</b>		Retenue collinaire
Autre culture		<b>Voiries</b>
Cucurbitacées		Chemin
Friche		Route communale
<b>Plantes-hôtes réservoirs</b>		
<u>Brizellier marron</u>		
Risque faible		

## ANNEXE 14 : Exploitation de Gérard SORRES



### Légende

<b>Foncier</b> Parcelle cadastrale <b>Parcelles culturales</b> Autre culture Friche <b>Plantes-hôtes réservoirs</b> <u>Brinzellier marron</u> Risque faible <u>Chouchou</u> Risque moyen Risque faible	<b>Réseau de surveillance</b> Dispositif <b>Réseau de piégeage de masse</b> Piège	<b>Hydrographie</b> Cours d'eau non pérenne Retenue collinaire <b>Voiries</b> Chemin Route communale
--	--	---



## ANNEXE 15 : Exploitation de Jean-Ello VOLRY



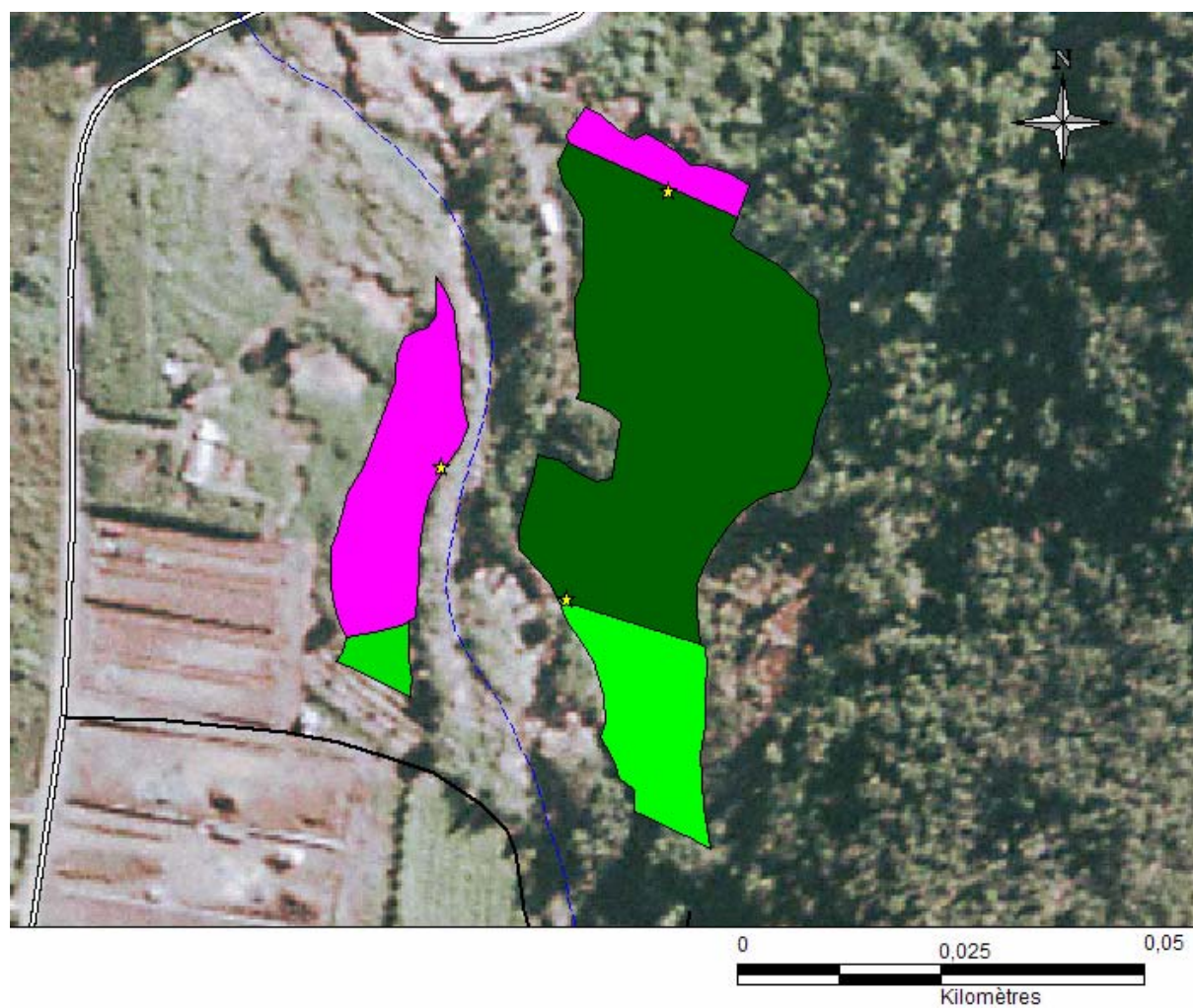
### Légende

Parcelles culturales	Réseau de surveillance	Hydrographie
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div><span style="color: lightgreen;">■</span> Autre culture</div> <div><span style="color: darkgreen;">■</span> Cucurbitacées</div> <div><span style="color: brown;">■</span> Friche</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div><span style="color: blue;">●</span> Dispositif</div> <div><span style="color: yellow;">★</span> Piège</div> </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div><span style="color: blue;">---</span> Cours d'eau non pérenne</div> <div><span style="background-color: lightblue; border: 1px solid blue; display: inline-block; width: 20px; height: 10px;"></span> Retenue collinaire</div> </div>
		<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div><span style="color: black;">==</span> Chemin</div> </div>
		<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div><span style="color: purple;">✚</span> Alambic</div> </div>

# **CARTES**

# **Entre-Deux**

## ANNEXE 16 : Exploitation d'Edward DIJOUX

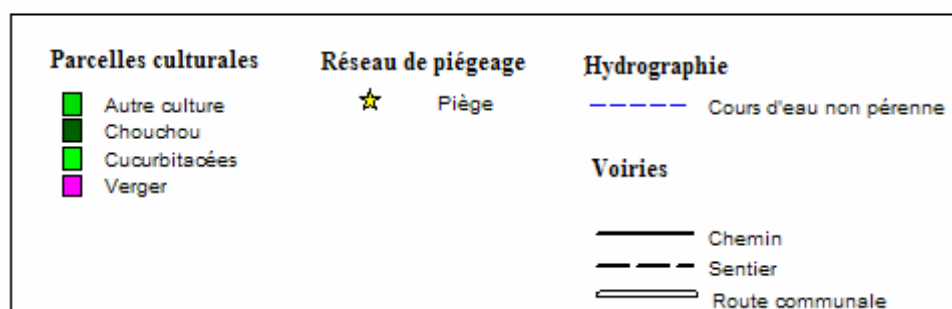
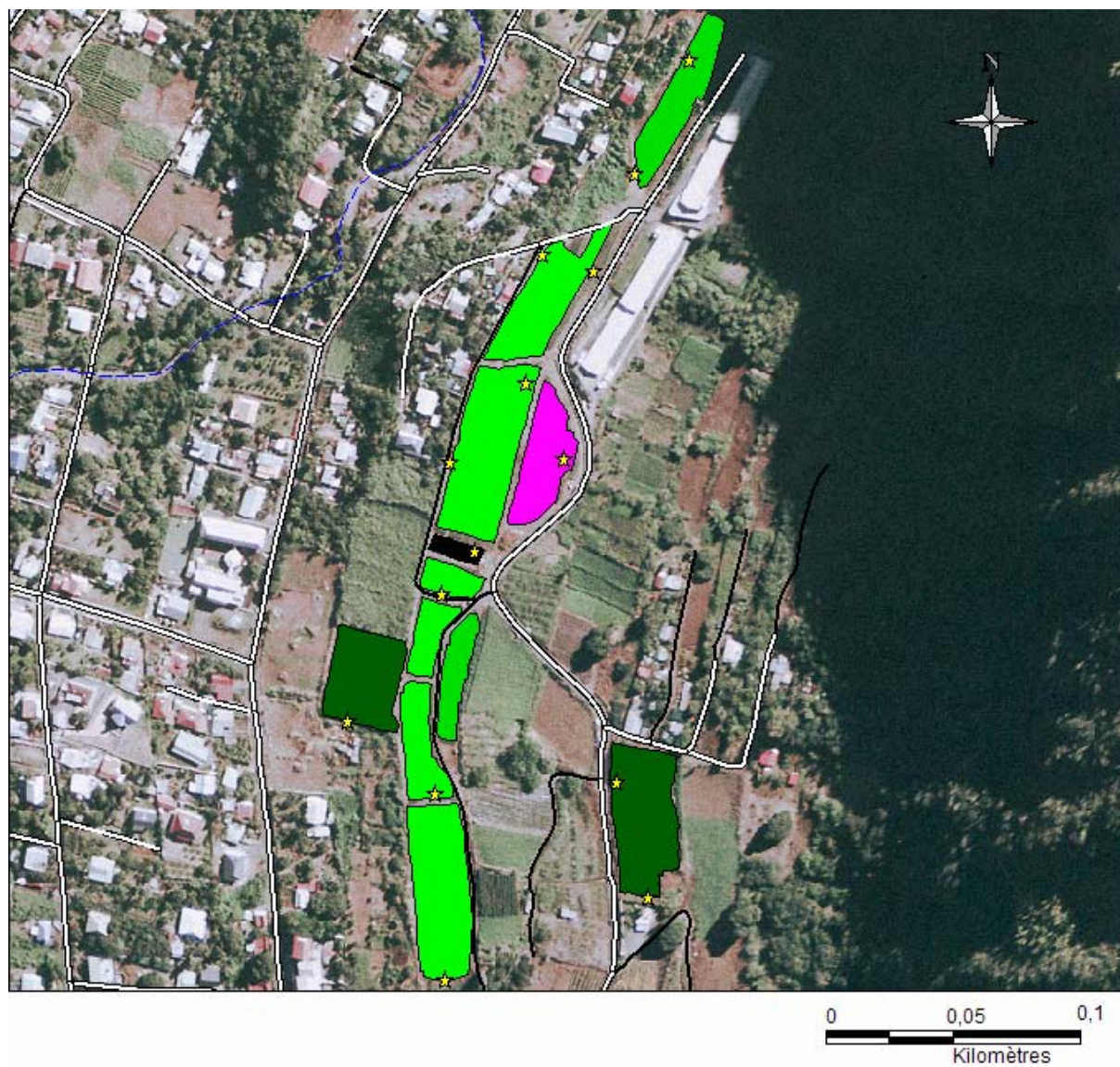


### Légende

Parcelles cultures	Réseau de surveillance	Hydrographie
<span style="color: green;">■</span> Autre culture	<span style="color: yellow;">★</span> Piège	<span style="color: blue;">---</span> Cours d'eau non pérenne
<span style="color: darkgreen;">■</span> Chouchou		<b>Voiries</b>
<span style="color: limegreen;">■</span> Cucurbitacées		<span style="border-bottom: 1px solid black;"> </span> Chemin
<span style="color: magenta;">■</span> Verger		<span style="border-bottom: 3px double black;"> </span> Route communale



## ANNEXE 17 : Exploitation de Gilbert HOAREAU



## ANNEXE 18 : Exploitation de Jean-Yves NATIVEL

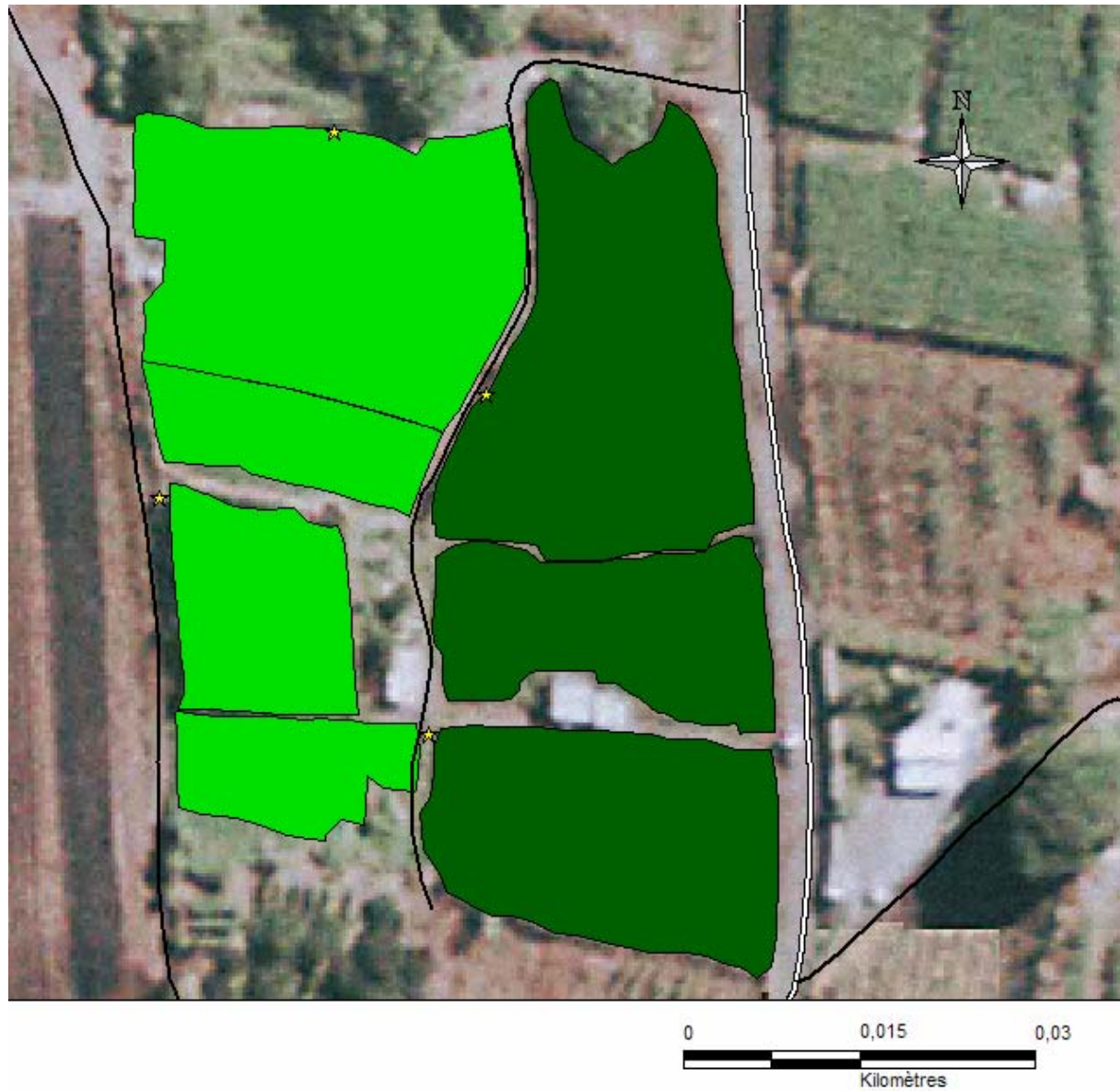


### Légende

Parcelles culturales	Réseau de piégeage de masse	Hydrographie
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: #00ff00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div>Autre culture</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: #00ff00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div>Cucurbitacées</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: #808000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div>Friche</div> </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div>Piège</div> </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 2px dashed blue; margin-right: 5px;"></div> <div>Cours d'eau non pérenne</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 2px dashed black; margin-right: 5px;"></div> <div>Sentier</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 2px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div>Route communale</div> </div>



## ANNEXE 19 : Exploitation de PAYET Alain

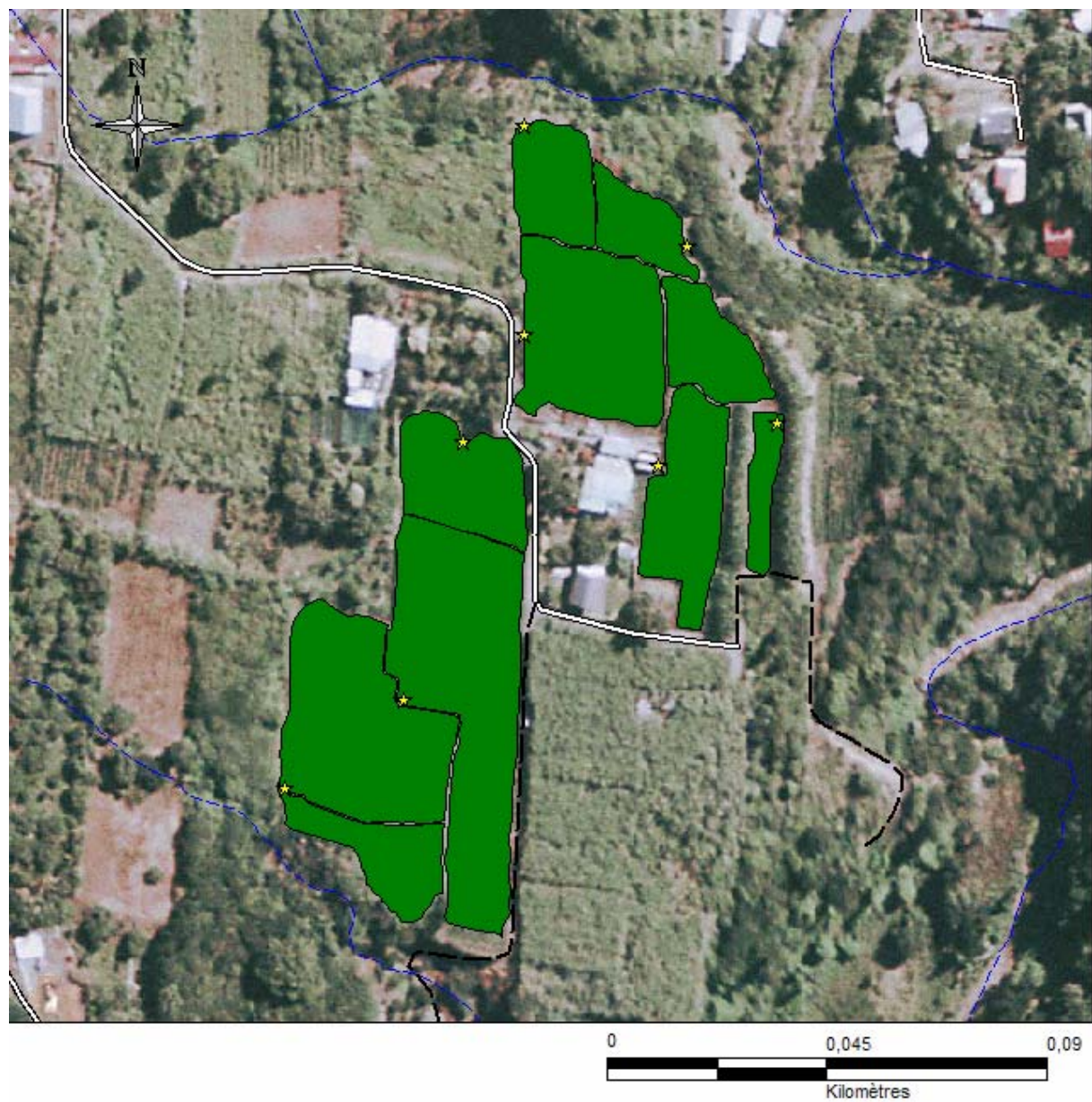


### Légende

Parcelles culturales	Réseau de piégeage	Voiries
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: red; margin-right: 5px;"></div> Autre culture </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: green; margin-right: 5px;"></div> Chouchou </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></div> Piège </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> Chemin </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 3px double black; margin-right: 5px;"></div> Route communale </div>



## ANNEXE 20 : Exploitation de Dany PAYET

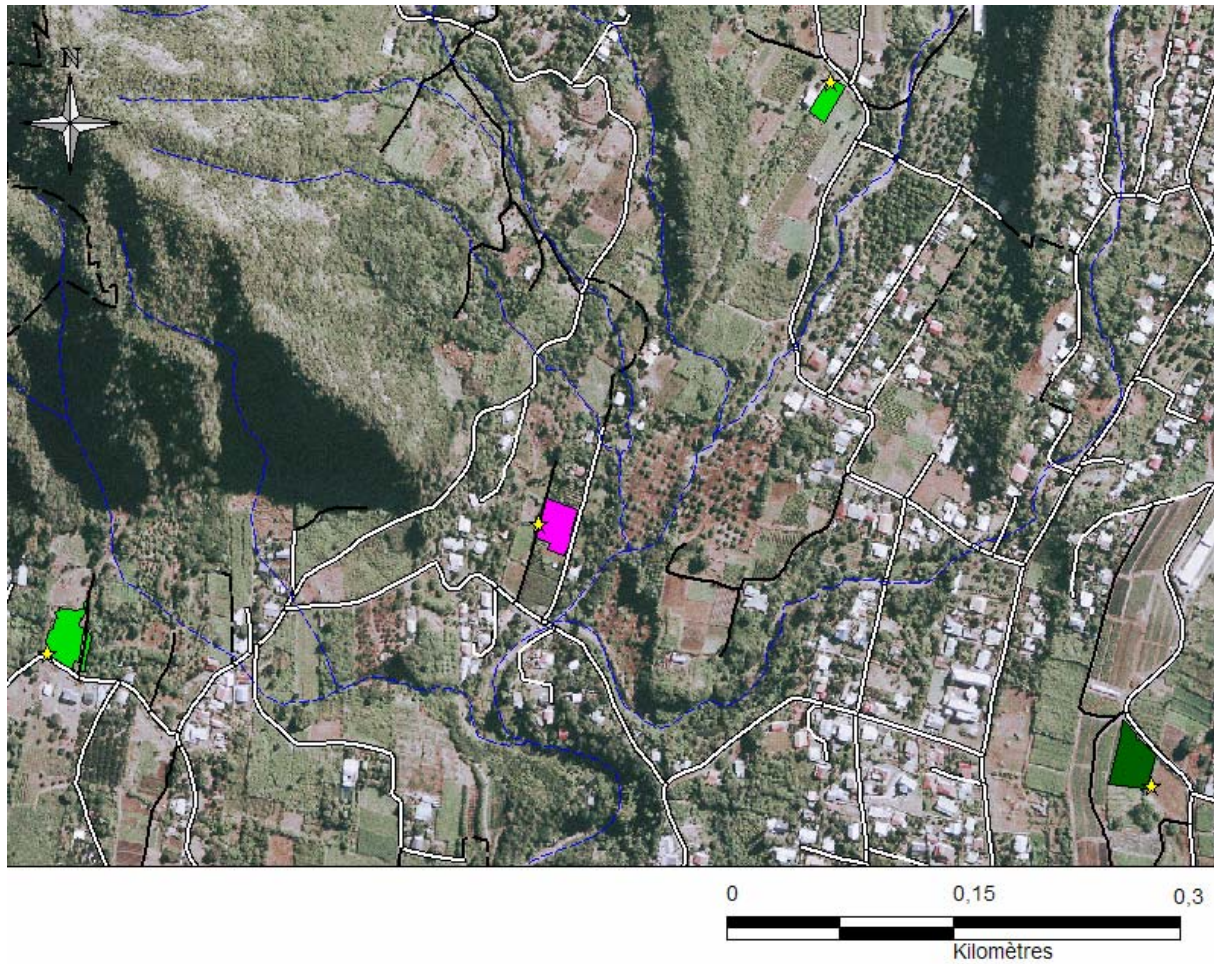


### Légende

Parcelles cultivées	Réseau de piégeage	Hydrgraphie
■ Chouchou	★ Piège	--- Cours d'eau non pérenne
		Voiries
		- - - Sentier
		==== Route communale



## ANNEXE 21 : Exploitation de Nicol PAYET



### Légende

Parcelles culturales	Réseau de piégeage	Hydrographie
Autre culture	Piège	Cours d'eau non pérenne
Chouchou		<b>Voiries</b>
Verger		Chemin
		Sentier
		Route communale

## ANNEXE 22 : Exploitation de Georges VITRY

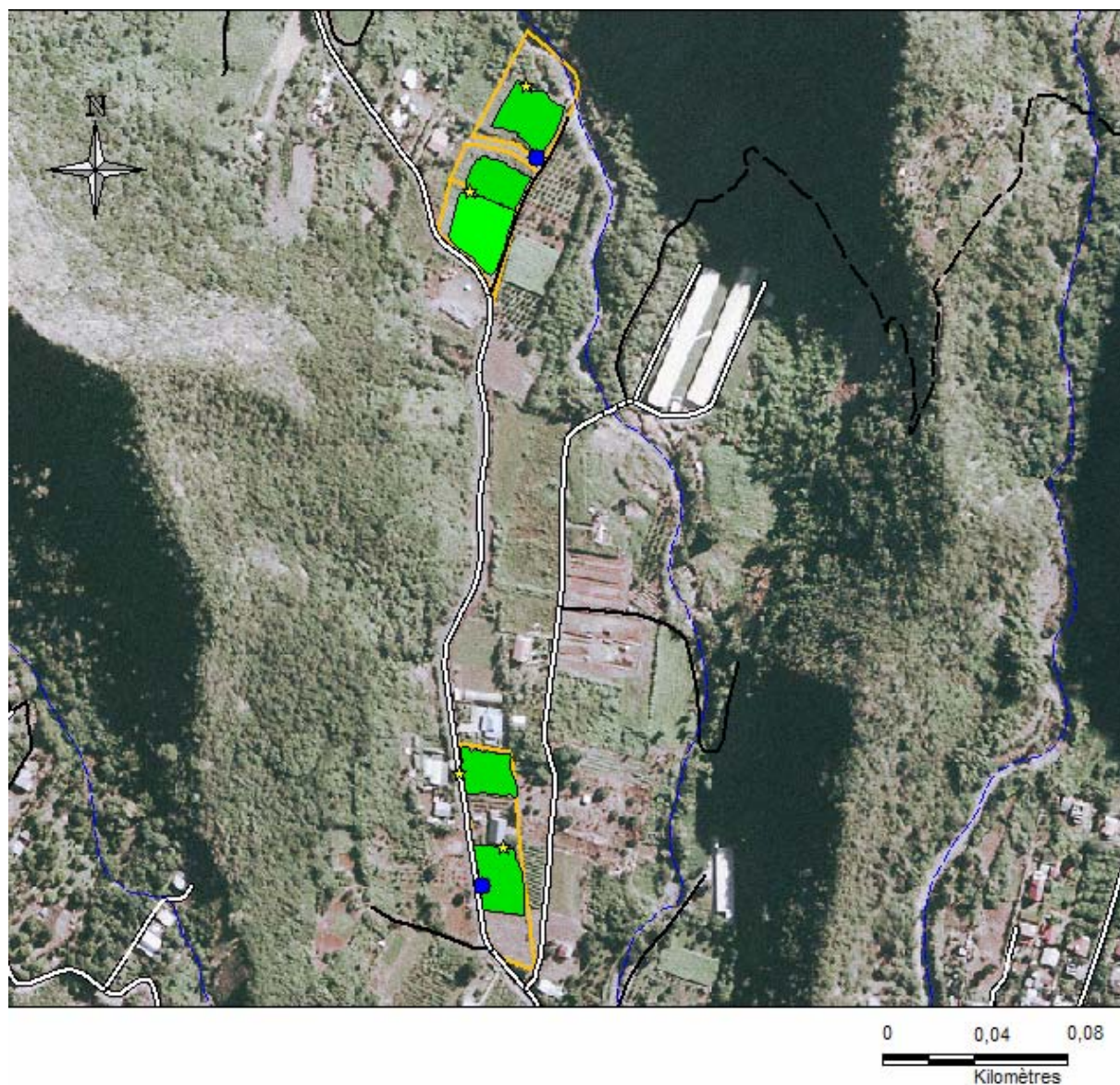


### Légende










<p><b>Foncier</b></p> <p><span style="border: 1px solid orange; display: inline-block; width: 20px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Parcelle cadastrale</p> <p><b>Parcelles culturales</b></p> <p><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; vertical-align: middle;"></span> Canne</p> <p><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: brown; vertical-align: middle;"></span> Friche</p> <p><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: magenta; vertical-align: middle;"></span> Verger</p>	<p><b>Réseau de surveillance</b></p> <p><span style="color: blue;">●</span> Dispositif</p> <p><b>Réseau de piégeage de masse</b></p> <p><span style="color: brown;">★</span> Piège</p>	<p><b>Hydrographie</b></p> <p><span style="color: blue;">---</span> Cours d'eau non pérenne</p> <p><b>Voiries</b></p> <p><span style="border-bottom: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px;"></span> Chemin</p> <p><span style="border-bottom: 3px double black; display: inline-block; width: 20px;"></span> Route communale</p>
--	--	---



## ANNEXE 23 : Exploitation de Marc-André VITRY



### Légende

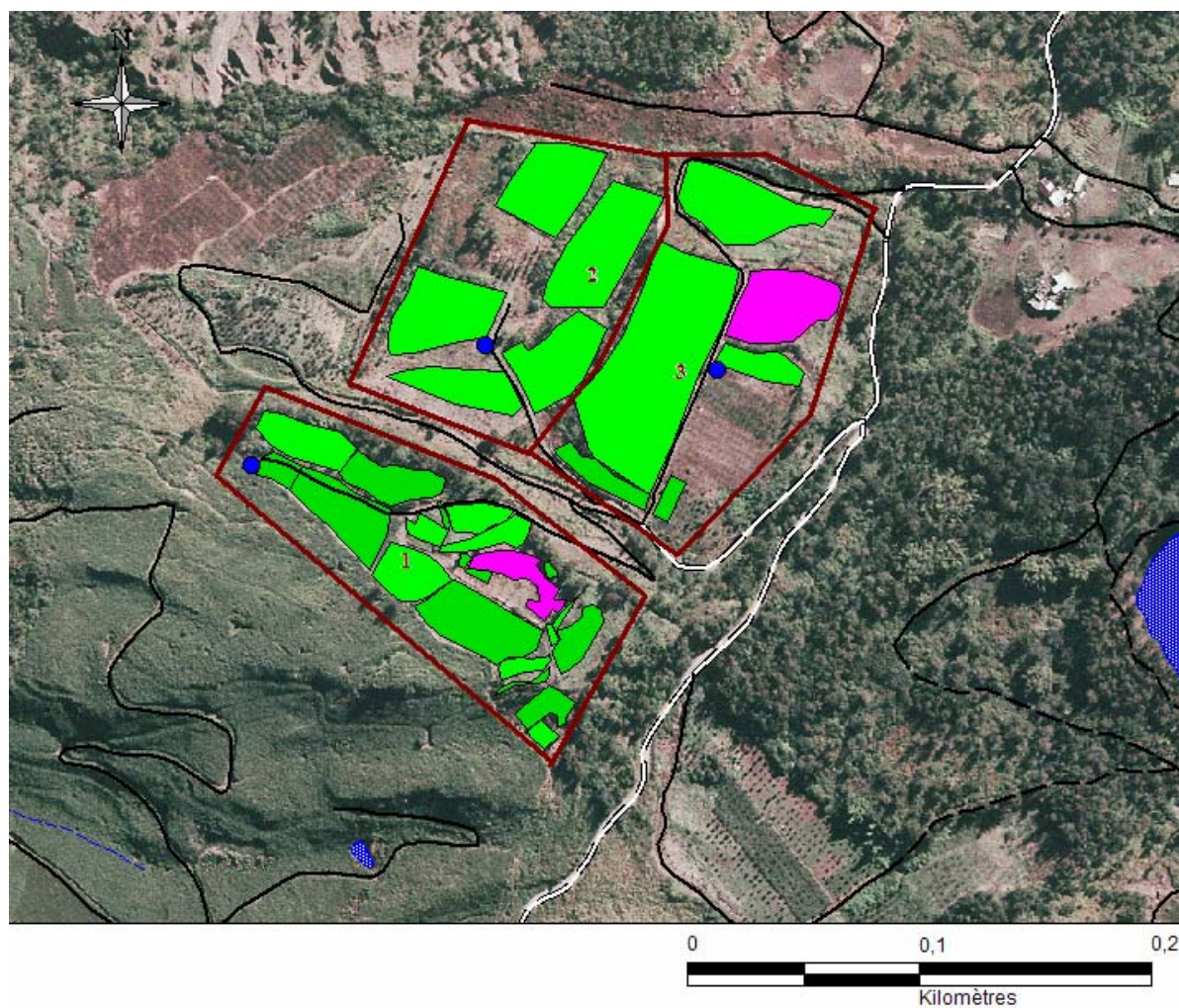
<b>Foncier</b>	<b>Réseau de surveillance</b>	<b>Hydrographie</b>
 Parcelle cadastrale	 Dispositif	 Cours d'eau non pérenne
<b>Parcelles culturales</b>	<b>Réseau de piégeage de masse</b>	<b>Voiries</b>
 Autre culture	 Piège	 Chemin
 Cucurbitacées		 Sentier
		 Route communale

**CARTES**

**Salazie**



**ANNEXE 24 : Exploitations de Salazie (Jean-Hugues JASMIN, Jocelyn LEGER,  
Sergio VICTOIRE)**



**Légende**

Parcelles culturales	Réseau de Surveillance	Hydrographique
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: #00FF00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: #00FF00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: #FF00FF; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> </div> <p>Autre culture Cucurbitacées Verger</p>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: #0000FF; border-radius: 50%; margin-right: 5px;"></div> </div> <p>Dispositif</p>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 2px dashed #0000FF; margin-right: 5px;"></div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #0000FF; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> </div> <p>Cours d'eau non pérenne Etang</p>
Noms des exploitants agricoles	Voiries	
<p><b>1</b> Jean-Hugues JASMIN</p> <p><b>2</b> LEGER Jocelyn</p> <p><b>3</b> Sergio VICTOIRE</p>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> </div> <p>Chemin empierré Chemin</p>	

## **Résumé**

Les Mouches des Cucurbitaceae (Diptera : Tephritidae) (*Bactrocera cucurbitae*, *Dacus ciliatus*, *Dacus demmerezi*) sont les principaux ravageurs des cultures à La Réunion. La lutte chimique s'avère aujourd'hui inefficace et très coûteuse, et engendre des effets négatifs aussi bien en termes de santé, de respect de l'environnement et de la santé humaine. Il est essentiel de trouver des méthodes alternatives proposant des mesures préventives de gestion des populations des mouches des Cucurbitaceae. La présente étude s'intéresse ainsi à la conception et à la mise en œuvre d'un réseau de surveillance sur différents sites pilotes retenus par le projet GAMOUR (trois sites en conventionnel : Entre-Deux, Petite-Ile, Salazie ; et quatre fermes certifiées en Agriculture Biologique). Ce réseau constitue la base du programme de gestion agroécologique et permettra dès sa mise en fonction, l'observation des fluctuations de population des ravageurs. Ce travail a consisté à élaborer la cartographie (SIG) des différents bassins maraîchers retenus par le projet. L'identification des plantes cultivées et non-cultivées sujettes aux attaques des mouches des Tephritidae a permis de proposer un réseau de surveillance reposant sur trois outils complémentaires : dispositif de piégeage, collecte des fruits piqués et la mise en place d'un couple de placettes de référence. Ces méthodes permettront de renseigner les agriculteurs, à savoir à quel moment il est nécessaire de traiter, mais aussi permettront de vérifier l'efficacité des outils de lutte contre les mouches, proposés par le paquet technique « SP5 » du projet GAMOUR. Ce dernier n'est aujourd'hui qu'en phase de lancement. Il faudra attendre la fin du mois de septembre pour obtenir les premiers résultats.

**Mots clés :** Mouches des légumes, La Réunion, Réseau de surveillance, SIG, gestion durable des cultures.